



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MARIKA HIULA

OIKEIDEN TUOTEVARIAATIORATKAISUJEN LÖYTÄMINEN
OLEMASSA OLEVAN TUOTEKANNAN POHJALTA

Diplomityö

Tarkastajat: Professori Kari T.
Koskinen ja Yliopistonlehtori
Timo Lehtonen
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Teknisten tieteiden tiedekuntaneu-
voston kokouksessa 9.huhtikuuta
2014

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

HIULA, MARIKA: Oikeiden tuotevariaatioratkaisujen löytäminen olemassa olevan tuotekannan pohjalta

Diplomityö, 51 sivua, 21 liitesivua

Huhtikuu 2014

Pääaine: Koneteollisuuden tuotantotekniikka

Tarkastajat: Professori Kari T. Koskinen ja Yliopistonlehtori Timo Lehtonen

Avainsanat: tuotevariointi, tuoteperhe, jätevedenpuhdistus, tuotekannan yhtenäistäminen, massaräätälöinti, konfigurointi, modulointi

Tässä työssä käsitellään vedenpuhdistuslaitteita valmistavan yrityksen tuotekannan supistamista ja oikeiden tuotevariaatioratkaisujen löytämistä olemassa olevan tuotekannan pohjalta. Työn tarkoituksena on löytää ne laitteet, joiden kehittelyyn, markkinointiin ja myyntiin yritys tulee tulevaisuudessa panostamaan.

Työn edetessä perehdytään myös asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöintiin, konfigurointiin ja modulointiin. Tavoitteena on tutustua aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja selvittää niiden avulla massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin käsitteet ja keskeisimmät periaatteet. Lisäksi määritellään massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välistä yhteyttä.

Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi ovat taloudellisia ja järkeviä keinoja tuottaa asiakasräätälöityjä tuotteita. Massaräätälöinti ilmaisee käsitettä, jossa tarjotaan asiakkaille asiakaskohtaisesti räätälöityjä tuotteita toimitusaikaa pidentämättä ja kustannuksia nostamatta. Konfigurointi taas on eräänlainen toimintatapa toteuttaa asiakaskohtaisia tuotteita. Yrityksen toiminnan tehostamiseen ja asiakkaantarpeet tyydyttävien tuotteiden luomiseen käytettävää työkalua kutsutaan moduloinniksi.

Työn soveltavassa osuudessa kartoitetaan yrityksen tuotekantaa vuosilta 1994 - 2010. Tiedot on kerätty vanhoista myynti- ja projektitiedostoista ja jokaiselta vuodelta kirjattiin ylös myytyjen tuotteiden nimike kappalemäärineen. Näiden tietojen pohjalta syntyneet laiteluettelot löytyvät työn lopussa olevasta liitteestä. Kerättyjen tietojen pohjalta määritellään ne laitteet kokoluokkineen, jotka yrityksen on järkevintä ottaa mukaan uuteen supistettuun tuotevalikoimaansa. Työn päätteeksi jokaisesta eri laitetypistä valitaan noin 3-8 laitetta mukaan uuteen tuotetarjontaan. Työn teoriaosuuden tarkoituksena on toimia pohjana, kun yrityksen uutta tuotekantaa tullaan tulevaisuudessa järkeistämään ja yhtenäistämään.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

HIULA, MARIKA: Finding the right product variation solutions based on existing product family

Master of Science Thesis, 51 pages, 21 Appendix pages

April 2014

Major: Production Engineering

Examiners: Professor Kari T. Koskinen and University Lecturer Timo Lehtonen

Keywords: product variation, product family, wastewater treatment, product family standardization

This thesis consists of two elements. The first thing is to reduce the number of water treatment products of HTM Stainless Oy and at the second thing is to find the right product variation solutions based on their existing product family. The purpose of this thesis is to find products whose marketing and development this company needs to invest in the future.

This work enters into customer-modified products mass customization, configuration and modularization. The purpose target is to explore to the relevant literature and according to this find the main principles of these methods. In addition to this, one task is to define the relation between mass customization, configuration and modularization.

Mass customization, configuration and modularization are economical and rational ways to produce customer tailored products. Mass customization is concept that offers customer tailored products without extending delivery time and increasing costs. Configuration is a kind of approach to produce customer-modified products and modularization is a tool to streamline company's operation and create products that satisfy customer needs.

The applied part of this thesis consists of analysis of product mix from years 1994 to 2010. Information is collected from old sale- and project data files. New reduced product list based on this information is at the end of this work. New product variation will about 3-8 machines of each product types. The purpose of the theoretical part is to work as the basis when company is going to rationalize and unify its product portfolio in the near future.

ALKUSANAT

Haluan kiittää Risto Mäkitaloa antamastaan mahdollisuudesta tehdä tämä työ HTM Stainlessille. Työn aihe liittyy suoraan omaan työhöni kyseisessä yrityksessä ja siksi sen teko tuntuikin hienolta, sillä tiesin työn tuloksien vaikuttavan työssäni kohtaamiin ongelmiin parantavasti. Oli hienoa huomata jo työn edetessä, miten moni asia selkeytyi matkan varrella.

Kiitos kuuluu myös tämän diplomityön ohjaajalle ja tarkastajalle yliopiston lehtori Timo Lehtoselle. Hänen hyvät vinkkinsä ja ohjauksensa auttoivat monien solmukohtien yli. Lisäksi kiitokset kuuluvat myös AMK-insinööristä konetekniikan diplomi-insinööriksi-koulutuksen toteuttaneelle Tampereen teknilliselle yliopistolle ja opiskelut organisoineelle Seinäjoen ammattikorkeakoululle. Erityiskiitokset koulutuksen johtajalle, nykyisin jo edesmenneelle TTY:n professori Paul H. Anderssonille ja koulutuksen koordinaattorille SeAMK:in Tutkimus- ja kehitysjohtaja Kati Katajistolle.

Opiskelu työn ja perheen lomassa ei ole mikään helppo ratkaisu, varsinkin kun esikoispoikamme syntyi juuri diplomityöni alkuvaiheessa. Ilman mieheni ja pojan isovanhempien apua olisi tämän työn teko mennyt täysin yötöiksi. Kiitokset kuuluvat siis myös heille lapsenvahtina toimimisesta.

Kauhajoella 20.3.2014

Marika Hiula

SISÄLLYS

Tiivistelmä.....	i
Abstract	ii
Alkusanat.....	iii
Termit ja niiden määritelmät	vi
1 Johdanto	1
1.1 Työn tausta	1
1.2 Työn tavoite ja rajaukset	1
1.3 Työn rakenne.....	2
2 Vedenpuhdistuslaitteet ja niiden ominaisuudet.....	3
2.1 Valmistava yritys HTM Yhtiöt Oy/HTM Stainless	3
2.2 Vedenpuhdistuslaitteet	3
2.2.1 Hiekanluokitin (Grit Classifier GC).....	4
2.2.2 Hiekanerotin (Sand Separator SS)	4
2.2.3 Suotonauhapuristin (Filter Belt Press FTP)	5
2.2.4 Hydraulinen porrasvälppä (Hydraulic Step Screen ST).....	6
2.2.5 Pystyvälppä (Bar Screen BA)	7
2.2.6 Rumpusiivilä (Drum Screen DS)	7
2.2.7 Rumputiivistin (Drum Thickener DT)	8
2.2.8 Esierotusrumpu (Pre-Separation Drum).....	9
2.2.9 Polymeerilaitteisto (Automatic Polymer Unit PO)	9
2.2.10 Flokkulaattori (Flocculator FL)	10
2.2.11 Ruuvikuljetin (Screw Conveyor SC).....	10
2.2.12 Hydraulinen välpepuristin (Hydraulic Screening Press SP)	11
2.2.13 Ruuvivälppä (Screw Screen)	12
2.2.14 Muut laitteet.....	12
3 Tuotekannan yhtenäistäminen.....	13
3.1 Tuoteperhe vs. räätälöidyt tuotteet	13
3.2 Tuoteperheen kehittäminen	14
3.3 Yhtenevyysindeksit	14
3.4 Yhteisten osien tunnistaminen	19
3.5 Tarvittavan tuotevalikoiman selvittäminen	21
4 Modulointi, konfigurointi ja massaräätälöinti	22
4.1 Massaräätälöinti	22
4.1.1 Massaräätälöinnin toteutustavat.....	23
4.1.2 Massaräätälöinnin hyödyt ja haitat	24
4.2 Konfigurointi.....	25
4.2.1 Konfiguroitavan tuotteen ominaisuudet.....	25
4.2.2 Konfiguraattorit.....	25
4.2.3 Konfiguroinnin etuja	26

4.3	Modulointi.....	27
4.3.1	Modulaarisuus tuoterakenteessa	27
4.3.2	Modulointia ohjaavat tekijät	29
4.4	Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi suhteessa toisiinsa.....	30
5	Uuden tuotelistauksen luominen	33
5.1	Tuotekannan kartoitus	33
5.2	Uuden tuoteperheen määrittely	33
5.2.1	Hiekanluokitin.....	34
5.2.2	Hiekanerotin.....	35
5.2.3	Suotonauhapuristin	36
5.2.4	Hydraulinen porrasvälppä	36
5.2.5	Pystyvälppä	37
5.2.6	Rumpusiivilä	38
5.2.7	Rumputiivistin ja esierotusrumpu	39
5.2.8	Polymeerilaitteisto	40
5.2.9	Flokkulaattori	42
5.2.10	Ruuvikuljetin	43
5.2.11	Hydraulinen välpepuristin	44
5.2.12	Ruuvivälppä.....	44
5.3	Uusi tuotelistaus	45
6	Johtopäätökset	48
	Lähteet.....	50
	Liite 1: Laitemyynnit vuosina1994-2010	
	Liite 2: Myyntimäärät laitetypeittäin	

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Flokkautuminen	Kiintoaineen tarttumista kemikaaliliuokseen, jolloin kiintoaine on helposti eroteltavissa vedestä.
Konfigurointi	Systemaattinen tuotemuuntelu. Tarkkaan määritelty massaräätälöinnin menetelmä.
Massaräätälöinti	Liiketoimintamalli, jolla voidaan yhdistää massatuotannon edut sekä laajan tuotevalikoiman tuomat mahdollisuudet.
Modulointi	Palvelun jakamista osiin, moduuleihin, joista voidaan yhdistellä asiakkaan tarvetta vastaavia tuotteita tai palveluita.
Orgaaninen aines	Eloperäinen aines, joka voidaan jakaa kolmeen luokkaan koon perusteella: karkea rakeinen (CPOM), hienojakoinen (FPOM) ja liuennut (DOM) orgaaninen aines. Aines on peräisin valuma-alueelta tai vesistön omasta tuotannosta.
Platform	Tuotteen perustaksi luotu, komponenttien, moduulien tai osien joukko. Voidaan käyttää myös nimeä tuotealusta.
Tuotearkkitehtuuri	Tuotteen kuvaus toiminnallisilta ja rakenteellisilta ominaisuuksiltaan.
Tuotevariointi	Erilaisten ominaisuusyhdistelmien tarjoamista samanaikaisesti.
Variantti	Yksi muunneltavan tuoteperheen yksilö.
Välpe	Jätevedestä eroteltava kiinteäaine, kts. Orgaaninen aines

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämä diplomityö tehdään vedenkäsittelylaitteita valmistavalle yritykselle nimeltään HTM Stainless. Tällä hetkellä yrityksen ongelmana on sen pirstoutunut ja liian suuri valmistettavien laitteiden tuotekanta. Suuri osa laitteista valmistetaan asiakkaalle räätälöityinä, jolloin samasta tuotteesta voi olla olemassa useampia variaatioita. Tämän kaltaisen toiminta vie yritykseltä aikaa, rahaa ja resursseja muista toiminnoista. Erityisenä haasteena yritys on kokenut myynti- ja markkinointi dokumentaatioiden paikkansapitävyyden, sekä laitteiden mukana asiakkaille lähtevien käyttö- ja huolto-ohjeiden oikeellisuuden.

Koska lähes jokainen laite on suunniteltu asiakkaalle yksilöllisesti, on samasta laitteesta jouduttu piirtämään valmistuskuvat moneen eri kertaan. Tähän toivotaan muutosta, sillä nykyinen tapa on aiheuttanut ongelmia ja viivytyksiä suunnittelussa ja valmistuksessa. Pahimmassa tapauksessa asiakkaalle on voinut lähteä vääränlainen laite.

1.2 Työn tavoite ja rajaukset

Tässä diplomityössä on tarkoitus määrittää pohjaa uuden tuotekannan luomiseen vanhan tuotekannan pohjalta. Vanhaa, olemassa olevaa tuotevariointia tullaan selkeyttämään ja järjeistämään. Tuotevariointia yksinkertaistaen ja oikeiden tuotevariaatoratkaisujen pohjalta pyritään tulevaisuudessa selkeyttämään laitteiden markkinointia, myyntiä ja dokumentaatiota, sekä laskemaan valmistuskustannuksia tuotteiden valmistusaikojen lyhentyessä ja tarvittavien varastokomponenttien määrän pienentyessä. Samalla voidaan nopeuttaa tuotesuunnittelua ja vähentää tuotekehitykseen liittyviä riskejä.

Työn tuloksena syntyy luettelo tuotevariaatoratkaisuista joiden myyntiin ja markkinointiin yritys tulee tulevaisuudessa keskittymään. Luettelo tulee kattamaan kaikki yrityksen vedenpuhdistukseen suunnatut yleisimmät ja suosituimmat tuotteet. Tämä työ kattaa vain yrityksen vedenpuhdistustuoteperheen ja siihen kuuluvat laitteet, muut yrityksen valmistamat tuotteet jätetään työn ulkopuolelle.

Tutkimus aloitetaan selvittämällä mitä laitteita yritys on koko toimintahistoriansa aikana valmistanut ja missä laajuudessa. Samalla tutkitaan, miten laitteiden eri tyypit muodostuvat ja miten niiden nimet määräytyvät. Saatujen tulosten pohjalta tullaan päättämään mitkä laitteista ovat sellaisia, joiden valmistukseen yritys tulee tulevaisuudessa keskittymään. Selvitystyön jälkeen ja tämän työn teoriaosuutta hyödyntäen yritys aloittaa valittujen laitteiden kehittelyn ja mallintamisen siten, että laitteissa käytetään mahdollisimman paljon samoja osia ja komponentteja. Laitteita tullaan muuntelemaan asiakaskohtaisesti mahdollisimman vähän, jolloin laitteen platform-rakenne on aina mah-

dollisimman samankaltainen. Laitteiden kehittäminen ja mallinnus jää kuitenkin vielä tämän työn ulkopuolelle.

1.3 Työn rakenne

Työ alkaa johdannolla, joka käsittää työn taustan ja tavoitteiden esittelyn, sekä työn rajauksen ja rakenteen määrittelyn. Luvussa 2 esitellään työn toimeksiantajana toimivaa yritystä HTM Yhtiöt Oy:tä ja sen tytäryhtiötä HTM Stainlessia. Samassa luvussa esitellään kaikki tutkimuksen kohteena olevat vedenpuhdistuslaitteet ja raotetaan hieman niiden toimintaa ja laitteiden mallin määräytymistä. Edellä mainittujen lisäksi selvennetään myös hieman niiden rakennetta.

Luvut 3 ja 4 muodostavat työn teoriaosuuden. Näissä luvuissa käsitellään muun muassa tuotekannan yhtenäistämistä ja tuoteperheen kehittelyä. Lisäksi perehdytään käsitteisiin modulointi, konfigurointi ja massaräätälöinti, sekä pohditaan niiden suhdetta toisiinsa. Soveltavassa osuudessa, kappaleessa 5, käydään läpi tuotekannan kartoitusta ja pohditaan uuden tuoteperheen muodostamista. Johtopäätökset kappaleessa 6 esitellään työn tuloksena saatu uusi supistettu tuotekanta ja pohditaan, miten yrityksen kannattaa lähteä kehittämään sitä eteenpäin.

2 VEDENPUHDISTUSLAITTEET JA NIIDEN OMINAISUUDET

2.1 Valmistava yritys HTM Yhtiöt Oy/HTM Stainless

HTM Yhtiöt Oy on vuonna 1981 perustettu, alun perin teräksen esikäsittelyyn ja tukkumyyntiin erikoistunut perheyriyys. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Ryttylässä, mutta sillä on toimipisteet myös Liedossa ja Kaarinassa.

HTM Yhtiöiden osaamista ovat muun muassa betoni-, rakennus- ja metallituotteet. Betonituotteiden merkittävimpänä tuoteryhmänä ovat teräsbetonipaalut ja paaluperustuksissa yhtiöllä on käytettävissään useita yhteistyökumppaneita. Rakennustuotteiden osalta yritys toimittaa varastoteräksiä ja raudotteita, sekä raudote-elementtejä asennukseen. Lisäksi HTM Yhtiöt harjoittaa terästukku- ja teräspalvelukeskusliiketoimintaa. Yrityksellä on myös oma tuoteperheensä teräsrakenteisiin ja alas laskettuihin kattorakenteisiin kuuluvista järjestelmistä.

HTM Yhtiöihin kuuluu myös tytäryhtiö HTM Stainless, joka vastaa yrityksen ruostumattomien ja haponkestävien teräslaatuojen jatkojalostuksesta (HTM-Yhtiöt Oy, 2013).

HTM Stainless

HTM Stainless on ruostumattoman teräksen jatkojalostaja, jonka suurimpia asiakkaita ovat elintarvike-, lääke-, energia-, prosessi- ja ympäristötekniikan alalla toimivat yritykset. Yrityksen Ilmajoella ja Lahdessa sijaitsevien konepajojen erikoisosaamista ovat erilaiset paineastiat, reaktorit, altaat sekä haihdutin- ja kuivainlaitteet. Lisäksi HTM Stainless valmistaa ruostumattomasta teräksestä raaka-, teollisuus- ja jätevesien puhdistukseen käytettäviä laitteita, joista yrityksellä on oma tuotemallisto.

HTM Stainless palvelee alihankinta-asiakkaitaan kaikissa pintakäsittely-, CNC-koneistamo- ja hiontatöiden tarpeissa. Yritys toteuttaa tarvittaessa myös tuotteiden suunnittelun, paineastiamitoitukset, sähköistyksen, automaation ja asennuksen. (HTM Stainless, 2013).

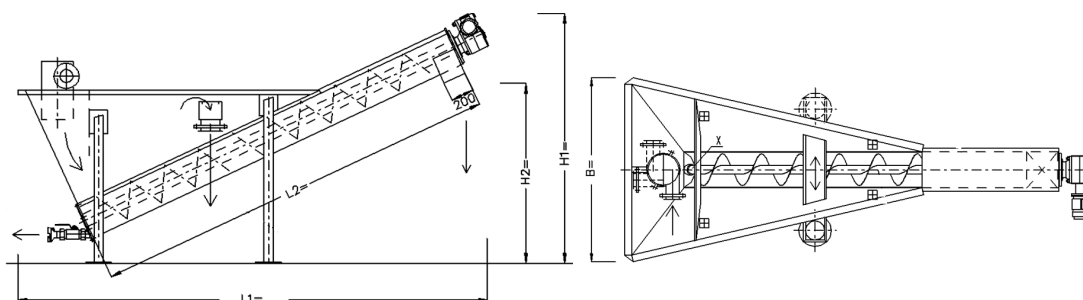
2.2 Vedenpuhdistuslaitteet

HTM Stainlessilla on oma vedenpuhdistuslaitteiden mallisto, johon kuuluu muun muassa siivilöinti-, lietteenkäsittely- ja annostuslaitteistot, rasvan- ja hiekanerottelualtaat sekä kuljettimet. Laitteiden alkuperä juontaa alun perin jo 70-luvun Etelä-Pohjanmaalle, jolloin laitteiden valmistus aloitettiin Ilmajoella.

Vaikka laitteiden pitkä valmistushistoria ja niiden mukanaan tuoma tietotaito ovat yritykselle erityisen arvokkaita, tuovat ne mukanaan kuitenkin myös ongelmia. Laitteita on valmistettu lähes täysin asiakaskohtaisesti räätälöitynä, joka ei enää nykymarkkinoilla ole kannattavaa. Lisäksi osa tuotteista sisältää niin kutsuttua vanhentunutta tekniikkaa, joka voitaisiin korvata uudemmilla, kehittyneimmillä ratkaisuilla. Kehittämällä ja yhtenäistämällä tuotekantaansa, yritys pyrkii vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin nopeasti ja taloudellisesti kannattavasti. Tuotekanta koostuu noin yhdestätoista erilaisesta tuotteesta, joita esitellään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

2.2.1 Hiekanluokitin (Grit Classifier GC)

Hiekanluokitin on kehitetty erottamaan kiinteät, nopeasti laskeutuvat aineet jätevedestä. Kuvassa 1 esitetyn luokittimen nimi määräytyy sen kapasiteetin mukaan (m^3/h). Jätevesi johdetaan laitteen altaaseen rauhoitus-seinämän etupuolelle rauhoituslieriön kautta. Rauhoituslieriön tehtävänä on tasoittaa virtaamaa. Altaassa kiintoaine laskeutuu ruuvikuljettimen kouruun. Ruuvikuljetin siirtää kiintoaineet ylös ja purkaa ne kuljetusastiaan. Altaan pinnalta vesi poistuu keräilykourua pitkin jatkoprosessiin.



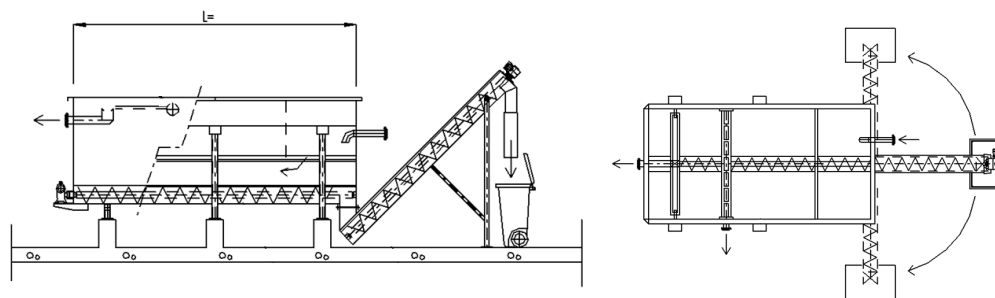
Kuva 1. Hiekanluokittimen rakenne (HTM Stainless 2012).

Hiekanluokitin voidaan tarvittaessa varustaa pesusuuttimilla, jotka huuhtelevat orgaanista ainetta pois hiekan seasta. Orgaanisen aineksen poispesulla voidaan ehkäistä hajuhaittoja.

2.2.2 Hiekanerotin (Sand Separator SS)

Hiekanerotinyksikkö erottaa kiinteät, nopeasti laskeutuvat aineet jätevedestä. Hiekanerottimen kapasiteetti on suurempi kuin edellä esitellyn hiekanluokittimen. Erottimen nimi määräytyy sen kapasiteetin mukaan (m^3/h).

Kiinteä aines laskeutuu kuvassa 2 esitellyn yksikön pohjalla olevan ruuvikuljettimen kouruun ja pohjakuljetin siirtää sen kuivauskuljettimelle, jota pitkin aines kulkeutuu kuljetusastiaan. Vesi poistuu altaan pinnalta keräilykourua pitkin jatkoprosessiin.



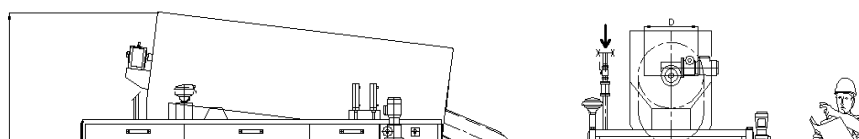
Kuva 2. Hiekanerottimen rakenne (HTM Stainless 2012).

Yksikköä voidaan käyttää sekä ennen, että jälkeen siivilöinnin ja siihen voidaan yhdistää hydraulinen porrasvälppä ja välpepuristin. Yksikkö voidaan varustaa myös pintalietteen poistolla.

2.2.3 Suotonauhapuristin (Filter Belt Press FTP)

Suotonauhapuristin on energiaa ja tilaa säästävä ratkaisu lietteen kuivaukseen. Järjestelmä koostuu kahdesta osasta: rumputiivistimestä ja suotonauhapuristimesta. Kuivattava liete pumpataan rumputiivistimeen, jossa polyelektrolyyttiliuoksen vaikutuksesta liete flokkautuu. Rumputiivistimessä erotellaan osa vedestä ja tasataan viiralle purkautuva lietevirta. Tasainen lietekuormitus optimoi puristusprosessia ja kapasiteettia. Veden erottaminen jatkuu suotonauhalla.

Suljetun rakenteen ansiosta roiske- ja hajuhaitat on eliminoitu ja laitteistossa syntyvät höyryt ohjautuvat suoraan poistoputkistoon. Laitteen suojat ovat tarvittaessa avattavissa ja järjestelmän kaikki osat tällöin helposti käsiteltävissä. Esi- ja jälkipesun ansiosta laitteen puhdistus ja huoltotarve on erittäin vähäinen. Suotonauhapuristimen rakenne on esitettyä kuvassa 3. Laitteen nimi muodostuu viiran leveyden W1 mukaan.

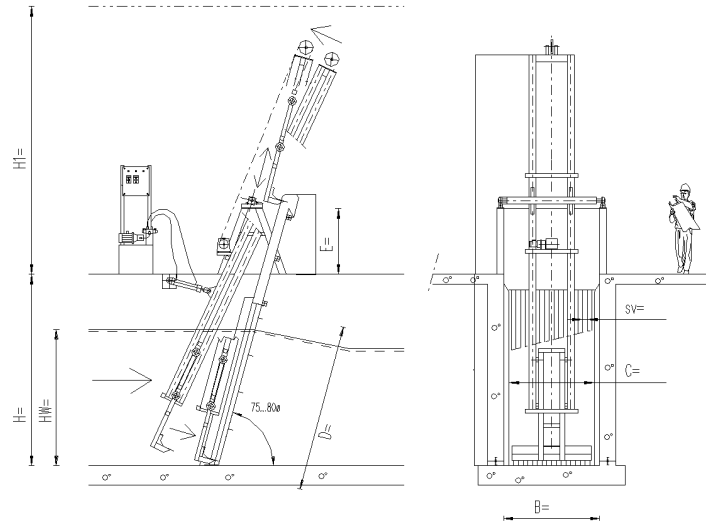


Kuva 3. Suotonauhapuristimen rakenne (HTM Stainless 2012)

Suotonaupuristinta tarjotaan kahta eri tyyppiä: automaattista ja manuaalista mallia. Manuaalisesti toimiva malli erotetaan automatiikalla toimivasta laitteesta E-merkinnällä.

2.2.5 Pystyvälppä (Bar Screen BA)

Kuvassa 5 olevaa pystyvälppää käytetään samoin kuin edellisiäkin välppiä, erottelemaan kiinteää ainetta jätevedestä. Erona on, että pystyvälppä asennetaan nimensäkin mukaan lähes pystyasentoon.



Kuva 5. Pystyvälppän rakenne (HTM Stainless 2012).

Pystyvälppän nimi syntyy B/sv, jossa:

B = siivilöintileveys [mm]

sv = säleväli [mm]

2.2.6 Rumpusiivilä (Drum Screen DS)

Rumpusiivilä poistaa jätevedestä kaikki siivilöintipinnan reikäkokoa suuremmat partikkelit. Laitteella on mahdollista poistaa muun muassa pitkiä kuituja, hiekkaa sekä rasvaa. Rumpusiivilän rakenne selviää kuvasta 6. Jätevesi johdetaan rumpusiivilän tuloyhteen kautta siiviläpinnalle, josta välpe kulkeutuu ruuvin avulla ylempänä olevan purkuyhteen kautta erilliseen keräilyastiaan. Alemman purkuyhteen kautta poistuu rejektivesi.

Kuva 6. Rumpusiivilän rakenne (HTM Stainless 2012).

Rumpusiivilän nimike määräytyy siivilöintirummun mukaan: $D/L1/d$, jossa:

D = siivilöintirummun halkaisija [mm]

$L1$ = siivilöintirummun pituus [mm]

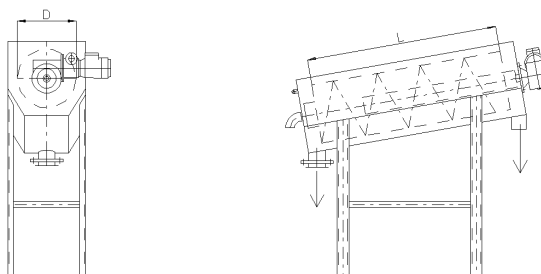
d = siivilöintipinnan reikäkoko [mm]

2.2.7 Rumputiivistin (Drum Thickener DT)

Rumputiivistimessä on kaksivaiheinen tiivistysprosessi. Ensimmäinen vaihe on flokkaus, jossa liete ja polymeerit sekoitetaan flokkulaattorissa. Lietteen ja polymeerien sekoittaminen suoritetaan flokkulaattorin sisällä olevalla propellisekoittimella. Sekoitimen nopeutta voidaan säätää taajuusmuuntimella.

Siivilöinnin seuraava vaihe on loppuveden erotus pyörivässä rummussa. Vesi virtaa rummun pinnan läpi ja liete kuljetetaan ruuvikierukalla läpi rummun. Rummun rakenne koostuu keskiakselista, ruuvikierukasta ja rummun reikäpinnasta, joka estää lietteen virtaamisen suoraan rummun läpi. Ruuvikierukka sekoittaa lietettä hitaasti rummun sisällä siten, että vesi poistuu lietteestä tehokkaasti. Tiivistimen pystykulmaa voidaan nostaa 10 astetta.

Suurin etu rumputiivistimessä verrattuna perinteisiin viiratiivistimiin on pyörivä liike, joka nostaa painovoiman aiheuttamaa painetta. Paine kohdistuu erottelupintaan ja muodostaa pyöriviä flokkeja ja parantaa veden suodattumista. Kuiva kiintoainepitoisuus ohuussakin lietteessä ($<1\%$) siivilöinnin jälkeen on yleensä $6-9\%$:a. Alhaalla kuvassa 7 on esitettyä rumputiivistimen rakenne.



Kuva 7. Rumputiivistimen rakenne (HTM Stainless 2012).

Laitteen toimintaperiaate on hyvin samanlainen kuin edellä esitetyn rumpusiivilän. Laitteessa on suljettu ja tiivis rakenne, joka tekee siitä helposti sijoitettavan ja auttaa välttämään häiritseviä hajuja ja roiskeita.

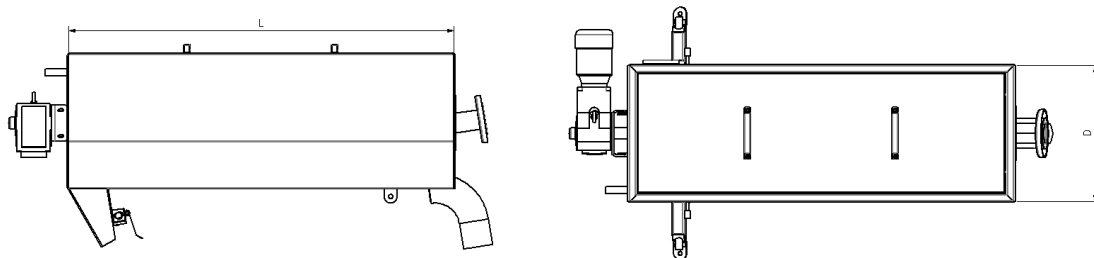
Rumputiivistimen nimike määräytyy tiivistinrummun mukaan: D/L , jossa:

D = tiivistinrummun halkaisija [mm]

L = tiivistinrummun pituus [mm]

2.2.8 Esierotusrumpu (Pre-Separation Drum)

Esierotusrumpu toimii samoin kuten edellä esiteltyt rumputiivistin ja rumpusiivilä. Ainoana erottavana tekijänä on se, että esierotusrumpu asennetaan suotonauhapuristimen päälle. Esierotusrummun nimi muodostuu laitteen sisällä olevan rummun halkaisijan ja pituuden mukaan. Laitteen ulkoinen rakenne selviää kuvasta 8.



Kuva 8. Esierotusrummun rakenne (HTM Stainless 2012).

Esierotusrummun nimike määräytyy erotusrummun mukaan: D/L, jossa:

D = erotusrummun halkaisija [mm]

L = erotusrummun pituus [mm]

2.2.9 Polymeerilaitteisto (Automatic Polymer Unit PO)

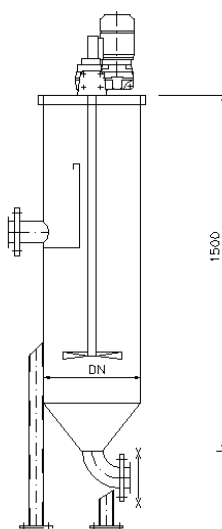
Automaattisen polymeerilaitteiston avulla annostellaan polyelektrolyyttiliuosta vedenkäsittelyprosessiin. Polymeeri auttaa erottelemaan kiintoainetta jätevedestä. Kuvassa 9 on kuvattuna polymeerilaitteisto, joka koostuu oikealla olevasta sekoitussäiliöstä ja vasemmalla olevasta annostelusäiliöstä. Siirtopumppu imee sekoitussäiliöstä valmista polyelektrolyyttiliuosta, joka annostellaan vedenkäsittelyprosessiin yhden tai useamman annostelupumpun avulla.

Kuva 9. Automaattisen polymeerilaitteiston rakenne (HTM Stainless 2012).

Automaattisen polymeerilaitteiston nimi muodostuu sekoitus- ja annostelusäiliöiden, sekä polymeerijauheen annostelusäiliön tilavuuden perusteella. Esimerkiksi, jos annostelu- ja sekoitus-säiliöiden tilavuus on 1m^3 ja polymeerijauheen annostelusäiliön tilavuus 25 litraa, merkitään laitteen nimi PO 25-1/1.

2.2.10 Flokkulaattori (Flocculator FL)

Flokkulaattoria käytetään esimerkiksi flokkulanttien ja saostusaineiden sekoittamiseen. Flokkulaattori koostuu tulo- ja poistoyhteestä, sekä sekoittimesta. Laitteen tarkempi rakenne selviää kuvasta 10.



Kuva 10. Flokkulaattorin rakenne (HTM Stainless 2012).

Flokkulaattorin nimi muodostuu laitteen säiliön tilavuuden mukaan. Laskentakaavana käytetään lieriön tilavuuden kaavaa: $V = \pi r^2 \cdot h$, jossa:

r = säiliön pohjan säde

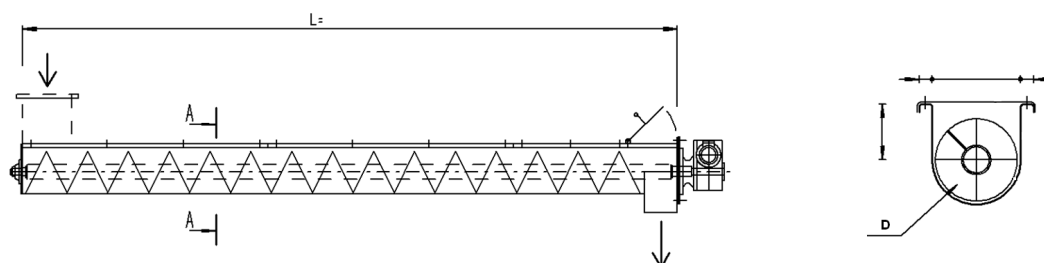
h = säiliön korkeus

2.2.11 Ruuvikuljetin (Screw Conveyor SC)

Ruuvikuljettimella voidaan kuljettaa esimerkiksi välpettä tai lietettä. Kuljettimen pituus ja asennuskulma määräytyy kohteen ja asiakkaan toivomusten perusteella. Ruuvin halkaisija ja moottorin teho määräytyvät tarvittavan siirtokapasiteetin mukaan.

Ruuvikuljetin koostuu kaukalomaiseen runkoon istutetusta tuloyhteestä, jonka kautta kuljetettava kiinteä materiaali annostellaan ruuville. Materiaali kulkeutuu kuljettimen kaukalossa purkuyhteelle, jonka kautta se puretaan esimerkiksi siirtolavalle tai omaan jätesäiliöön.

Kuvasta 11 selviää, miten ruuvikuljetin koostuu kuljetinrungon ja -ruuvin lisäksi tulo- ja purkuyhteistä. Tarvittaessa laite voidaan varustaa myös tarkistusluukulla, jonka kautta voidaan poistaa mahdolliset tukkeumat.



Kuva 11. Ruuvikuljettimen rakenne (HTM Stainless 2012).

Ruuvikuljettimia on sekä keskiakselilla varustettuja, että keskiakselittomia versioita. Lisäksi on saatavilla malli, joka purkaa materiaalin kahteen suuntaan. Ruuvikuljettimen nimi muodostuu kuljetinruuvin mukaan: D/L, jossa:

D = kuljetinruuvin halkaisija [mm]

L = kuljetinruuvin pituus [mm]

2.2.12 Hydraulinen välpepuristin (Hydraulic Screening Press SP)

Hydraulisessa välpässä eroteltu välpe johdetaan hydrauliseen välpepuristimeen, jossa mäntä puristaa sen teräsputkeen. Puristuksen seurauksena välpeestä poistetaan vettä. Puristuspulssi on ohjelmoitavissa prosessin ja välpeen mukaan. Välpeen tilavuus pienenee noin 10 -20 prosenttiin alkuperäisestä välpeen koostumuksesta riippuen.

Hajuhaittojen minimoimiseksi poistoputken päähän voidaan asentaa muovinen välpesukka, johon puristettu välpe kerätään. Välpepuristin voidaan integroida esimerkiksi porrasvälppään, jolloin laitteistot voivat käyttää yhteistä hydraulikkayksikköä. Hydraulisen välpepuristimen toiminta selviää paremmin kuvasta 12.

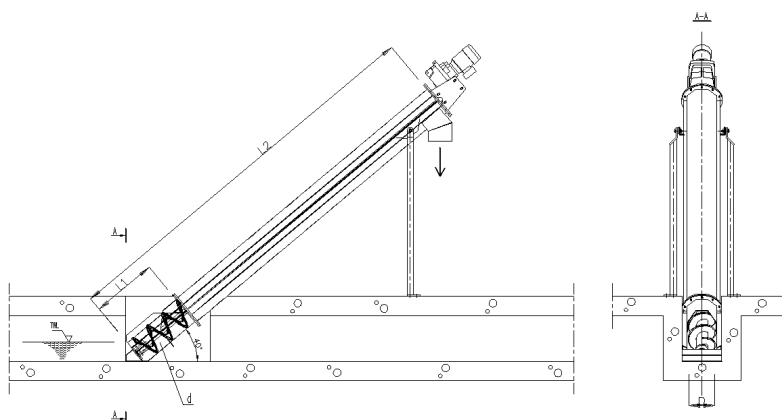


Kuva 12. Hydraulisen välpepuristimen rakenne (HTM Stainless 2012).

2.2.13 Ruuvivälppä (Screw Screen)

Ruuvivälppä koostuu suodatusosuudesta, jossa välpe erotellaan vedestä rei'itetyn kaukalon avulla ja välpe siirretään laitteen sisällä olevalla ruuvilla ylös kuivausosuudelle. Kuivausosuudella välpeestä poistuva rejektivesi siivilöityy rei'itetyn kaukalon lävitse laitteiston kouruun ja sieltä rejektivesiyhteen kautta takaisin prosessiin. Välpe poistuu poistoyhteen kautta ja se voidaan kerätä esimerkiksi erilliseen jätesäiliöön.

Kuvassa 13 oleva välppä on asennettu betoniseen kanavaan, mutta ruuvivälppä voidaan asentaa myös ruostumattomasta teräksestä valmistettuun kaukaloon, jolloin se voidaan liittää esimerkiksi hiekanerottimen yhteyteen.



Kuva 13. Ruuvivälppän rakenne (HTM Stainless 2012).

Tarvittaessa välpe voidaan myös pestä vesisuihkun avulla. Ruuvivälppä mitoitetaan jäteveden määrän ja mahdollisen kanavan mittojen mukaan. Ruuvivälppä rakentuu ruuvista, jonka mukaan välppän nimi muodostuu $D/d/L1/L2$, jossa:

D = ruuvin halkaisija [mm]

d = siivilöintipinnan reikäkoko [mm]

$L1$ = siivilöintiosan pituus [mm]

$L2$ = ruuviosan pituus [mm]

2.2.14 Muut laitteet

Yritys valmistaa myös muita vedenkäsittelyyn ja -puhdistukseen liittyviä laitteita, joihin lukeutuvat muun muassa hiekanpesuvaunut, teknisen vedenlaitteistot, erilaiset kemikaaliannostimet sekä säkkikuivainlaitteistot. Näistä kolmea ensimmäistä on valmistettu vain vähäisesti ja koska laitteiden koko ja kapasiteetti ovat hyvin asiakaskohtaisia, näitä laitteita ei ole syytä ottaa mukaan tuotekartoitukseen. Säkkikuivainlaitteisto muodostuu aiemmin esitellyistä polymeerilaitteesta ja rumputiivistimestä, jonka vuoksi sitä ei ole tarpeellista käsitellä erikseen.

3 TUOTEKANNAN YHTENÄISTÄMINEN

Moni yritys kokee tarpeelliseksi tarjota asiakkailleen yhä enemmän erilaisia tuotevariaatioita (Simpson & D'Souza 2004). Nykyisin ei enää riitä, että yrityksellä on tarjota asiakkailleen vain yhdenlaista tuotetta, mutta toisaalta taas tuotteen suunnitteleminen ja kehittäminen joka kerta uudelleen asiakaskohtaisesti ei ole taloudellisesti kannattavaa. Tarvittava tuotevariaatioiden määrä riippuu markkinoista, ja erityisesti siitä, onko asiakaskunnan mielestä tärkeintä tuotteen hinta vai sen monikäyttöisyys. (Krishnan & Ramachandran 2008)

3.1 Tuoteperhe vs. räätälöidyt tuotteet

Tuoteperhesuuntautunut suunnittelu eroaa asiakkaalle yksilöllisesti räätälöidyn tuotteen suunnittelusta kahdella tavalla. Ensimmäinen tapa on hakea optimaalinen tuotetarjonta yhdessä markkinoinnin, suunnittelun, tuotannon ja toimittajien kanssa. Toiseksi, tuotesuunnittelussa vältetään tuotteiden eroavaisuuksia pyrkimällä samankaltaisiin ratkaisuihin, jolloin laitteissa käytetään esimerkiksi samoja osia ja komponentteja. (Krishnan & Ramachandran 2008; Huhtala & Pulkkinen 2009).

Tuoteperhettä käyttämällä on tarkoituksena yrittää kattaa haluttu markkinasegmentti mahdollisimman pienellä sisäisellä variaatiolla (Simpson & D'Souza 2004). Yhtenä tärkeimpänä tavoitteena tuoteperheen kehittämisessä on tuotettavuuden parantaminen, joka tarkoittaa esimerkiksi nimikkeiden määrän vähentämistä tuoteperheessä. Tuotannon ja varastoinnin hallinta on sitä helpompaa, mitä vähemmän on nimikkeitä ja nimiketyyppejä (Huhtala & Pulkkinen 2009).

Eri tuotevariaatioiden kustannuksia voidaan alentaa käyttämällä tuoteperhekeskeistä suunnittelua, samalla yksinkertaistaen tuotteen rakennetta. Tällöin yritys vastaa markkinoiden tarpeisiin tarjoamalla useita erilaisia tuotteita, jotka todellisuudessa voivat olla rakenteeltaan ja osiltaan hyvin samankaltaisia (Krishnan & Ramachandran 2008).

Suuri osa tuotteen koko elinkaaren kustannuksista määritellään jo tuotteen suunnitteluvaiheessa. Kustannukset eivät synny pelkästään kehityskustannuksista, vaan koostuvat myös suunnittelun aikaisista valinnoista kuten komponenttien määrästä. Eri komponenttien määrä lisää logistiikkakustannuksia, sillä yritys joutuu asioimaan usean eri toimittajan kanssa (Krishnan & Ramachandran 2008). Joidenkin tutkimuksien mukaan tuotesuunnittelun osa kustannuksista on noin 5 %, mutta sen vaikutukset vastaavat jopa 70 % syntyvistä kuluista (Shehab & Abdalla 2001).

3.2 Tuoteperheen kehittäminen

Keskeisin asia tuoteperhettä kehitettäessä on tunnistaa tuotevarianttien yhteiset komponentit. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi yhtenevyysindeksien avulla, joilla tutkitaan yksittäisten komponenttien suhdetta tuoteperheeseen ja arvioidaan tämän suhteen vaikutusta tuotettavuuteen. Tuoteperheen kehittämisessä yksi tärkeimmistä asioista, on tuotettavuuden parantaminen, mikä tarkoittaa muun muassa tuoteperheen nimikkeiden vähentämistä. Mitä vähemmän nimikkeitä ja nimiketyyppejä on, sitä helpompaa on hallita tuotantoa ja varastoja.

Eräs keino vähentää tuotenimikkeiden määrää on yhtenevyys-indeksi (commonality index-CI). Erilaisia yhtenevyysindeksejä on useita, mutta tässä työssä perehdytään neljään eri indeksiin. Nämä indeksit ovat Martinin ja Ishiin kehittämä Commonality Index (CI), Wackerin ja Trevelanin julkaisema Total Constant Commonality Index (TCCI), Kota et al. esittelemä Product line Commonality Index (PCI) ja Jiaon ja Tsen- gin käsittelemä Component part Commonality Index (CI^(c)). Yhteneväisyys- indeksi ei itsessään kerro tuoteperheen laadusta mitään, mutta sen avulla pystytään tunnistamaan komponentit, jotka vaikuttavat eniten yhtenevyyteen ja näin ollen myös tuotantoon. Simpson, Siddique ja Jiao (2006) esittelevät nämä yhtenevyysindeksit kirjassaan: Product platform and product family design.

3.3 Yhtenevyysindeksit

Commonality Index (CI)

Martini ja Ishiin (1997) kehittämän CI:n avulla lasketaan tuoteperheessä olevien uniikkien osien määrä ja saadun arvon perusteella voidaan päätellä, kuinka paljon tuotteiden välillä on yhteisiä osia. Arvot vaihtelevat nolasta yhteen siten, että tuloksen ollessa yksi käytetään kaikkia osia kaikissa tuotteissa ja tuloksen ollessa nolla, kaikki tuotteet ovat täysin erilaisia, eikä ainuttakaan samaa osaa käytetä muissa tuotteissa. CI:n arvo saadaan ratkaistua kaavalla 2.

Kaava 2 on voimassa kun, $0 \leq CI \leq 1$ (1)

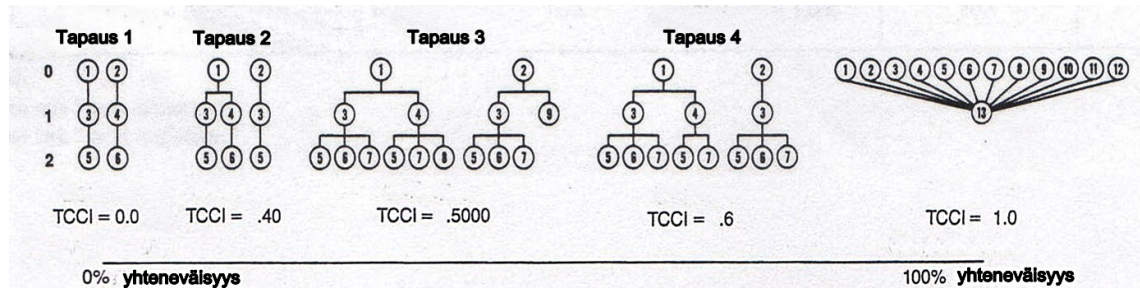
(2)

missä,

- = uniikkien osien lukumäärä
- = osien lukumäärä tarkasteltavassa mallissa j
- = lopullinen tarjottu variaatioiden määrä

Esimerkki CI:n laskemisesta: otetaan tuoteperhe, jossa on 6 eri tuotetta, joissa jokaisessa on 20 osaa. Otetaan tarkastelun alle ensin huonoin mahdollinen tapaus, jossa ei ole

Kuvasta 14 voidaan huomata, että TCCI:n ollessa 0, ei komponenteilla ole yhteisiä piirteitä, joten jokaista komponenttia on käytetty vain kerran jokaisessa tuotteessa. Kun TCCI on 1, on havaittavissa täysi yhtenevyys komponenttien välillä. Kuvassa on esitettyä vasemmalla TCCI=0 ja oikealla TCCI=1 tilanne.



Kuva 14. Esimerkki TCCI:n laskemisesta (Simpson et. al 2006).

Product line Commonality Index (PCI)

PCI indeksi eroaa edellä mainituista indekseistä siten, että sitä käytettäessä on arvioitava myös ideaalitilanne. Samankaltaiset komponentit, jotka voitaisiin korvata yhdellä ja samalla komponentilla huomioidaan erillisellä kertoimella. PCI menetelmä paljastaa turhien osien ja komponenttien määrän tuoteperheessä (Simpson et. al 2006).

$$PCI = \frac{\sum_{i=1}^P CC_i - \sum_{i=1}^P MinCC_i}{\sum_{i=1}^P MaxCC_i - \sum_{i=1}^P MinCC_i} \times 100 \quad (5)$$

missä,

CC_i = komponentin yhteneväisyys indeksi komponentille i

$$= nf_i f_2 f_{3i}$$

$MaxCC_i$ = suurin mahdollinen komponentin yhteneväisyysindeksi komponentille i

$$= N$$

$MinCC_i$ = Pienin mahdollinen komponentin yhteneväisyysindeksi komponentille i

=

=

= ei erotettavissa olevien, kaikissa malleissa potentiaalisesti standardoitavissa olevien komponenttien kokonaismäärä

= tuoteperheen tuotteiden määrä

= tuoteperheen tuotteiden määrä, joissa komponentti i esiintyy

= koko- ja muototekijä komponentille i; ilmaisee suurimman mallien määrän, jotka sisältävät samansuuruisen i komponentin samassa koossa ja muodossa, suhteessa suurimpaan mahdolliseen mallien määrään

f_{2i} = materiaali- ja tuotantoprosessitekijä komponentille i; ilmaisee suurimman mallien määrän, jotka sisältävät samansuuruisen i komponentin samalla materiaalilla ja tuotantoprosessilla, suhteessa suurimpaan mahdolliseen mallien määrään n_i

f_{3i} = asennus- ja tuotantojärjestelmätekiä komponentille i; ilmaisee suurimman mallien määrän, jotka sisältävät samansuuruisen i komponentin samalla asennus- ja tuotantojärjestelmätekiällä suhteessa suurimpaan mahdolliseen mallien määrään n_i

Lasketaan PCI indeksi tuotepiheelle, joka koostuu neljästä kertakäyttökamerasta. Arvot PCI:n määrittämiseksi löytyvät kuvasta 15.

$$PCI = \frac{63,250 - 2}{(23 \times 4) - 2} \times 100 = \frac{61,25}{90} \times 100 = 68,06$$

Komponentti	Kameramalli 1	Kameramalli 2	Kameramalli 3	Kameramalli 4	n_i	$1/n_i^2$	Koko ja geometria f_1	Materiaali ja tuotanto f_2	Kiinnitys ja kokoonpano f_3	$n_i f_1 f_2 f_3$
Takakansi	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Akku		1	1		2	0,250	0,500	1,000	1,00	1,000
Runko	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Kehä	1	1	1	1	4	0,063	1,000	1,000	1,00	4,000
Filmi	1	1	1	1	4	0,063	1,000	1,000	1,00	4,000
Salaman kansi		1	1		2	0,250	1,000	1,000	1,00	2,000
Salaman IC		1	1		2	0,250	0,500	1,000	1,00	1,000
Etukansi	1	1	1	1	4	0,063	0,250	1,000	1,00	1,000
HI vipu 1	1	1	1	1	4	0,063	1,000	0,750	1,00	3,000
HI vipu 2	1	1	1	1	4	0,063	0,750	0,750	1,00	2,250
HI jousi	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Numerolaatta	1	1	1	1	4	0,063	0,250	1,000	1,00	1,000
Linssi	1	1	1	1	4	0,063	1,000	1,000	1,00	4,000
Linsin runko	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Linssin tuki	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Numerovalitsin	1	1	1	1	4	0,063	1,000	1,000	1,00	4,000
Numeronäyttö	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Suljin	1	1	1	1	4	0,063	1,000	1,000	1,00	4,000
Suljinjousi	1	1	1	1	4	0,063	0,500	1,000	1,00	2,000
Hammaspyörä	1	1	1	1	4	0,063	1,000	0,750	1,00	3,000
Sormipyörä	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Tarkastelulinssi	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Tarkasteluikkuna	1	1	1	1	4	0,063	0,750	1,000	1,00	3,000
Summa $n_i f_1 f_2 f_3$										63,250
Summa $1/n_i^2$										2,000
Summa n_i										86
Ei-erotettavissa olevien komponenttien määrä P										23
Tuotepiirien tuotteiden määrä N										4
PCI										68,06

Kuva 15. Esimerkki PCI:n laskemisesta (Thevenot & Simpson 2006).

Kun $PCI = 0$, ainuttakaan ei-uniikkia osaa ei ole jaettu mallien kesken tai jos onkin jaettu, niin niiden koko, muoto ja materiaali, sekä valmistus ja kokoonpanoprosessi ovat erilaisia. Kun $PCI = 100$, se ilmaisee, että kaikki ei-uniikit osat on jaettu mallien välillä ja ne ovat identtisiä kooltaan ja muodoltaan, samoista materiaaleista tehtyjä, samoja tuotantoprosesseja hyödyntäen. Myös kokoonpano- ja kiinnitysmenetelmät ovat identtisiä.

PCI voi olla hyvin subjektiivinen mitta, aina käyttäjästä riippuen. PCI:tä laskettaessa ja arvot jokaiselle komponentille voivat vaihdella riippuen käyttäjän tietä-

myksestä. Ongelmia tuloksen tulkintaan tuo myös se, miten toimitaan jos kaksi tuotetta ovat muutoin identtiset, mutta väri on eri (Thevenot & Simpson 2006).

Component part Commonality Index ($CI^{(c)}$)

$CI^{(c)}$ -menetelmä huomioi tuotteiden myyntivolyymien, komponenttien käyttökerrat tuoteperheessä, sekä osien valmistus- ja hankintakustannukset (Jiao & Tseng 2000). $CI^{(c)}$ voidaan määrittää seuraavan kaavan avulla:

$$1 \leq CI^{(c)} \leq \sum_{j=1}^d \sum_{i=1}^m \Phi_{ij} \quad (6)$$

$$CI^{(c)} = \frac{\sum_{j=1}^d \left[P_j \sum_{i=1}^m \Phi_{ij} \sum_{i=1}^m (V_i Q_{ij}) \right]}{\sum_{j=1}^d \left[P_j \sum_{i=1}^m (V_i Q_{ij}) \right]} \quad (7)$$

missä,

d = erillisten osien lukumäärä tuoteperheen kaikissa rakenteissa

j = jokaisen erillisen komponenttiosan indeksi

P_j = jokaisen ostokomponentin hinta tai jokaisen itsevalmistetun komponentin arvioitu hinta

m = lopputuotteiden lukumäärä tuoteperheessä

i = jokaisen tuoteperheen yksittäisen tuotteen indeksi

d_j = yksittäinen tuoteperheen osa

V_i = lopputuotteen i määrä tuoteperheessä

Q_{ij} = vaadittava eri komponenttiosien d_j määrä tuotteessa i

Φ_{ij} = eri komponenttiosien d_j yhteismäärä kaikissa tuotteissa i

Kuvassa 16 on kuvattuna kolme tuotetta (Q_{1j} , Q_{2j} ja Q_{3j}), joissa jokaisessa on neljä koonpanotasoa ja ne koostuvat 12 eri osasta.

Taso	Tuote 1 Q_{1j}	Tuote 2 Q_{2j}	Tuote 3 Q_{3j}
------	------------------	------------------	------------------

Kuva 16. $CI^{(c)}$:n laskemisessa apuna käytettävät esimerkkituotteet Q_{1j} , Q_{2j} ja Q_{3j} (Jiao & Tseng 2000).

Kolmelle tuotteelle valitaan tuotevolyyymeiksi $V_1=100$, $V_2=80$ ja $V_3=50$. Kuvasta 17 löytyy taulukkolaskentaa apuna käyttäen saadut arvot $CI^{(c)}$:n määrittämiseksi.

dj	Pj	$\sum_{i=1}^3 \phi_{ij}$	$V_1 = 100, Q_{1j}$	$V_2 = 80, Q_{2j}$	$V_3 = 50, Q_{3j}$	$\sum_{i=1}^3 (V_i Q_{ij})$	$P_j \sum_{i=1}^3 \phi_{ij} \sum_{i=1}^3 (V_i Q_{ij})$	$P_j \sum_{i=1}^3 (V_i Q_{ij})$
d1	6,4	1	1	0	0	100	640	640
d2	2,8	1	0	1	0	80	224	224
d3	7,1	1	0	0	1	50	355	355
d4	3,1	2	4	0	2	500	3100	1550
d5	3,9	1	0	2	0	160	624	624
d6	6,8	2	1	0	2	200	2720	1360
d7	4,1	1	0	0	1	50	205	205
d8	3,7	3	2	2	4	560	6216	2072
d9	1,15	3	1	0	3	250	862,5	287,5
d10	3,5	3	8	2	4	1160	12180	4060
d11	1,2	6	8	4	11	1670	12024	2004
d12	1,4	6	25	6	15	3730	31332	5222
Σ							70482,5	18603,5

Kuva 17. Esimerkki taulukkolaskennalla toteutetuista laskelmista $CI^{(c)}$:n määrittämiseksi.

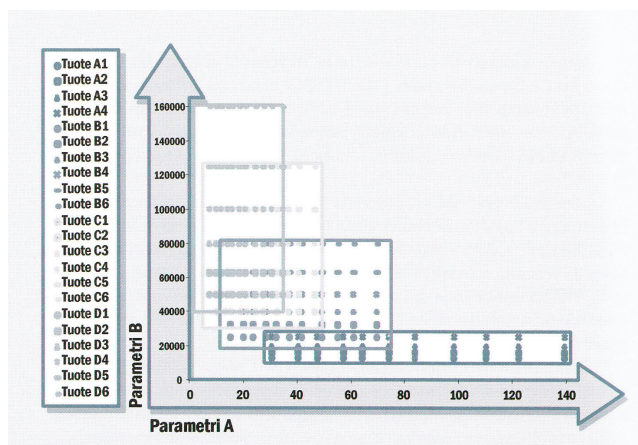
Seuraavaksi lasketaan kuvan 17 arvojen avulla $CI^{(c)}$ indeksi käyttämällä kaavaa 7:

$$CI^{(c)} = \frac{70482,5}{18603,5} = 3,79$$

Jokaisen komponentin hinta tai kustannus vaikuttaa tähän indeksiin siten, että jakamalla korkeasti hinnoiteltu komponentti vaikuttaa positiivisesti $CI^{(c)}$:n arvoon (Jiao & Tseng 2000). Indeksi on hyvä monipuolisten parametrien vuoksi, mutta sen heikkoutena on tulosten muoto. $CI^{(c)}$ -indeksin arvot vaihtelevat yhdestä muuttujaan a, jonka arvo vaihtelee tuoteperheen ominaisuuksista riippuen. Tämän vuoksi eri tuoteperheiden tuloksia ei voida suoraan vertailla keskenään (Huhtala & Pulkkinen 2009).

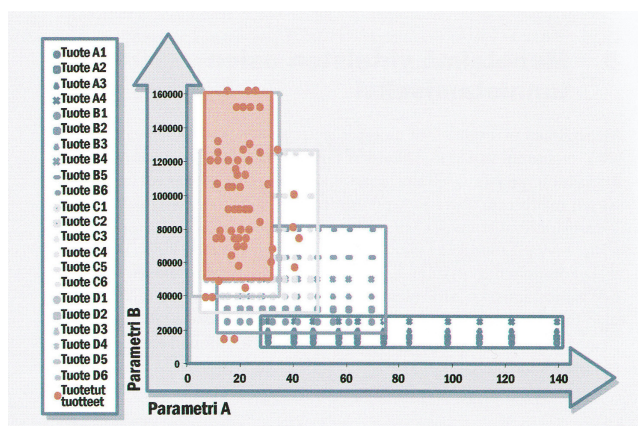
3.4 Yhteisten osien tunnistaminen

Tuoteperhe koostuu ulkoisesta ja sisäisestä variaatiosta, sekä toteutuneesta variaatiosta. (Anderson 1997). Kuvassa 18 esitelty ulkoinen variaatio tarkoittaa markkinoille näkyvää tuotevariaatiota, eli valikoimaa jonka asiakas voi valita yrityksen mallistosta. Ulkoinen variaatio saadaan selville muun muassa myyntikatalogeista ja tuote-esitteistä. Sisäinen variaatio taas esittää sitä komponentti- ja tuotevalikoimaa, joka vaaditaan kaikkien tuotteiden valmistamiseksi. Mitä vähemmän resursseja vaaditaan tuotannossa, sitä pienempi on sisäinen variaatio. (Huhtala & Pulkkinen 2009).



Kuva 18. Esimerkki ulkoisesta variaatiosta eli yrityksen tarjoamasta tuotevalikoimasta asiakkaalle (Huhtala & Pulkkinen 2009).

Tarjottua tuotevalikoimaa eli ulkoista variaatiota verrataan toteutuneeseen variaatioon, joka tarkoittaa niitä tuotemuunnelmia mitä asiakkaalle on todellisuudessa myyty. Tällä tavalla toimien voidaan selvittää yritykselle välttämättömät tuotteet, sekä tuotteet, jotka voidaan tarvittaessa poistaa valikoimista. Kuvasta 19 selviää esimerkkituoteperheen ulkoinen variaatio, joka on merkitty sinisellä, sekä punaisella merkitty toteutunut variaatio.



Kuva 19. Todellisuudessa valmistetut tuotevariantit (punaisella) ja tarjottu tuotevalikoima (sinisellä). (Huhtala & Pulkkinen 2009).

Kuvassa 19 esitetyn yrityksen tuotevalikoima on paljon suurempi kuin mitä todellisuudessa on myyty. Näin katetaan suurempi markkinasegmentti, mutta samalla kasvatetaan omia kustannuksia kun tuotetiedonhallintajärjestelmässä on säilytettävä ylimääräisiä nimikkeitä.

Asiakkaalla on usein tuotetta valitessaan useampia vaatimuksia. Nämä vaatimukset menevät helposti päällekkäin suuressa tuoteperheessä, jolloin useampikin tuote voi täyttää asiakkaan sille asettamat toiveet. Kuvassa 19 on kuvattuna päällekkäisillä alueilla tarpeettomat sisäiset variaatiot, jotka täytyy pyrkiä minimoimaan. Päällekkäinen variaatio vaikeuttaa asiakkaan päätöksentekoa ja kasvattaa yrityksen kustannuksia. (Huhtala & Pulkkinen 2009).

3.5 Tarvittavan tuotevalikoiman selvittäminen

Tuoteperheen paranteleminen on kannattavinta aloittaa eniten myydyistä tuotteista ja nämä voidaan myös valita pohjaksi tuotteen moduulirakenteen tai platformin suunnittelussa. Kuvaan 19 merkityn myydyimpien tuotteiden eli punaisen pääalueen ulkopuolelle jäävät variantit otetaan huomioon seuraavaksi ja niitä kehitellään hyödyntäen mahdollisimman paljon olemassa olevia komponentteja. Näin saadaan säilytettyä tuotteiden välinen yhtenevyys korkealla tasolla. Työ aloitetaan ensin pienestä määrästä päätuotteita, jonka jälkeen siirrytään muihin tuotemuunnelmiin.

Tuotteiden uudelleensuunnittelun jälkeen tuoteperheen yhtenevyysindeksi on korkeampi, eli sisäinen variaatio on yrityksen kannalta parempi. Ulkoinen variaation pystytään määrittelemään uudelleen sisäisen variaation pohjalta. Ulkoinen variaatio voi pysyä samana tai kasvaakin, vaikka sisäinen variaatio pienenisi. Jos yrityksen ulkoinen variaatio sisältää paljon ylimääräisiä tuotevariantteja, kannattaa tavoiteltava markkinasegmentti rajata uudelleen, että saataisiin olemassa olevat resurssit kokonaisvaltaiseen käyttöön (Huhtala & Pulkkinen 2009).

4 MODULOINTI, KONFIGUROINTI JA MASSARÄÄTÄLÖINTI

Etsittäessä järkeviä ja taloudellisia tapoja tuottaa asiakaskohtaisesti räätälöityjä tuotteita, nousevat usein esille termit massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi. Näistä massaräätälöinti on käsite ajatusmallista, jossa tarjotaan asiakkaille asiakaskohtaisesti räätälöityjä tuotteita toimitusaikaa pidentämättä ja kustannuksia nostamatta. Konfigurointi taas on eräänlainen toimintatapa toteuttaa asiakaskohtaisia tuotteita. Yrityksen toiminnan tehostamiseen ja asiakkaantarpeet tyydyttävien tuotteiden luomiseen käytettävää työkalua kutsutaan moduloinniksi.

Kun eri laitteiden myydyimmät versiot ja muut uuteen tuotekantaan otettavat tuotteet on saatu selville tämän työn tuloksena, voidaan aloittaa näiden valittujen laitteiden kehittäminen ja modernisointi. Sen vuoksi on järkevää käydä läpi esimerkkejä tavoista, jotka voivat toimia apuna tuotteiden suunnittelussa ja tuotekehityksessä. Seuraavissa kappaleissa tutustutaan paremmin näihin käsitteisiin.

4.1 Massaräätälöinti

Massaräätälöinti (Mass customization) käsitteen keksijänä voidaan pitää amerikkalaista kirjailijaa B. Joseph Pinea (1993), joka käsittelee massaräätälöintiä teollisuuden näkökulmasta kirjassaan *Mass customization: the new frontier in business competition*. Massaräätälöinnin päällimmäisenä tavoitteena on kehittää, valmistaa, markkinoida ja toimittaa sellaisia varioituvia ja kohtuuhintaisia palveluita ja tuotteita, joilla voidaan täyttää suurin osa asiakastarpeista. Massaräätälöityjen tuotteiden avulla pystytään vastaamaan asiakkaiden vaatimuksiin laajemmalla tuotevalikoimalla. Samalla saavutetaan korkeammat myyntiluvut pienemmillä yksikkökustannuksilla.

Menetelmä on kehitetty vastakohtaksi massatuotannolle, jossa valmistetaan kerralla suuria eriä samanlaisia tai hyvin vähän varioituvia tuotteita ja palveluita. Massatuotanto mahdollistaa tuotteiden valmistamisen varastoon tasaisen kysynnän vuoksi. Tuotteiden kehittäjäajat ja tuotteen koko elinkaari ovat pitkiä ja siksi menetelmä ei sovellu nopeasti muuttuville markkinoille joustamattomuutensa vuoksi.

Massaräätälöinti heijastuu koko yrityksen toimintaan tuotteiden suunnittelusta aina valmistukseen saakka. Tuotekehityksessä tehdään jatkuvaa kehitystä pienessä mittakaavassa, ilman suuria mullistavia muutoksia. Tuotannossa massaräätälöinti näkyy siten, että kokonaistehokkuus kasvaa johtuen muun muassa monitaitoisesta työvoimasta, ti-

lausohjautuvuudesta ja joustavuudesta. Työtä tehdään poikkitoiminnallisissa ryhmissä, jolloin tiedonkulun pitäisi olla vapaampaa ja tietojen helpommin löydettävissä.

Menetelmän tärkeä mittari on aika ja johtamistapana käytetään usein TBM (Time Based Management) – menetelmää. Menetelmä perustuu muun muassa eri kiertoaikojen mittaamiseen esimerkiksi suunnittelussa, tuotannossa ja logistiikassa, sekä kannattavuuden mittaamiseen selvittämällä tuottavan työn osuus käytettyyn kokonaisaikaan nähden. Ylituotantoa, siirtoja, odottelua ja turhia työvaiheita minimoimalla saadaan parannettua koko prosessin tehokkuutta (Pine 1993).

4.1.1 Massaräätälöinnin toteutustavat

Ennen kuin massaräätälöintiä aletaan käytännöntasolla toteuttaa, on tehtävä päätös viiden eri toteutustavan välillä. Nämä viisi tapaa ovat:

- palveluiden räätälöinti standardituotteiden ympärillä
- asiakkaan omakohtaisesti räätälöitävien tuotteiden ja palveluiden kehittäminen
- räätälöinti toimitushetkellä
- nopea reagointi koko arvoketjussa
- komponenttien modulointi

Ainutkaan yllämainituista tavoista ei ole toisiaan poissulkevia ja käytännössä ne menevätkin hieman päällekkäin. Yhdessä ne muodostavat erilaisia etenemistapoja siirryttäessä massatuotannosta massaräätälöintiin. Lista etenee järjestyksessä esitellen ensin helpoimman tavan siirtyä massaräätälöintiin jatkuen seuraaviin haastavampiin ja enemmän toimintamuutoksia vaativiin menetelmiin (Pine 1993).

Palvelujen räätälöinti standardituotteen ympärillä

Asiakaskohtaisten palvelujen tarjoaminen standardituotteen tai palvelun lisänä on helppoin räätälöinnin toteutusmuoto. Tuotekehitysvaiheeseen ja tuotantoon ei tule muutoksia, mutta arvoketjun loppuvaiheelta, markkinoinnilta ja jakelulta vaaditaan enemmän. Markkinoinnissa ja tilausvaiheessa tarjotaan asiakkaalle lisäarvoa tuottavia palveluja tai lisävarusteita. Tällöin asiakas ei osta pelkästään tuotetta, vaan ostopäätökseen saattavat vaikuttaa myös tuotteen mukana tulevat lisäominaisuudet (Pine 1993).

Asiakkaan omakohtaisesti räätälöitävien tuotteiden ja palveluiden kehittäminen

Toinen räätälöinnin tapa on tarjota asiakkaalle tuotetta, jota hän voi halutessaan muunnella itselleen sopivaksi. Tuotanto pysyy ennallaan, mutta markkinoinnilta ja tuotekehitykseltä vaaditaan enemmän panostusta. Tuote on suunniteltava siten, että sen ominaisuuksia voidaan muunnella käytön yhteydessä. Markkinoin tehtävänä on saada itse räätälöitävä tuote markkinoitua asiakkaille. Markkinointi saattaa olla haastavaa, sillä asiakkaat ovat voineet tottua jo valmiiseen räätälöintiin. Räätälöintimekanismin on oltava toimiva ja tuotettava asiakkaalle todellista lisäarvoa (Pine 1993).

Räätälöinti toimitushetkellä

Toimitushetkellä räätälöivät tuotteet koostuvat perusyksiköistä ja siihen tilaus- tai toimitushetkellä lisättävistä asiakaskohtaisista yksiköistä. Standardiosia ja lisäominaisuuksia voidaan valmistaa etukäteen varastoon. Perusosan tuotanto toimii kuten aiemminkin, mutta asiakaskohtaisten osien valmistus tapahtuu vasta ostotapahtuman jälkeen (Pine 1993).

Koko arvoketjun nopea reagointi asiakastarpeisiin

Yrityksen kaikkien prosessien kiertoaikoja nopeuttamalla pystytään toteuttamaan tilausohjautuvaa tuotantoa. Tämän mahdollistavat yhteiset tietokannat ja nopeat viestintäkeinot, sekä poikkitoiminnallisuus. Yrityksen tulee suunnitella kaikki liiketoimintaprosessinsa uudelleen saavuttaakseen nopean reagoinnin. Hyvänä apukeinona tähän toimii benchmarking, jossa tutustutaan muiden yritysten toimintatapoihin (Pine 1993).

Komponenttien modulointi

Tuote voidaan jakaa yksittäisiin komponentteihin tai komponenttiryhmiin, joista asiakaskohtaiset lopputuotteet rakentuvat. Tällöin räätälöinti tapahtuu loppukokoonpanossa, joissa moduulit tai komponentit yhdistellään lopullisiksi tuotteiksi. Tarkoituksena on kustannusten minimointi hyödyntäen suurtuotannon etuja ja samalla maksimoida asiakaskohtainen räätälöinti. Komponenttien käyttö vaikuttaa myös tuotekehitykseen selkeyttämällä sitä.

Tuote jaetaan komponentteihin ainoastaan asiakkaalle merkityksellisten ominaisuuksien perusteella. Komponentteja käytettäessä tuotteista ei saa tulla liian samankaltaisia keskenään. Asiakkaan on koettava saavansa hyötyä valinnanmahdollisuuksista (Pine 1993).

4.1.2 Massaräätälöinnin hyödyt ja haitat

Massaräätälöityjen tuotevariaatioiden avulla pystytään tyydyttämään asiakastarpeet ilman kustannuksien nousua. Valmistuskustannusten lasku johtuu siitä, että prosesseista tulee pysyviä ja tehokkaita. Myynti kasvaa ja varastoon sitoutunut pääoma vähenee lyhentyneen läpimenoajan ansiosta. Myynti lisääntyy koska asiakkaiden tuotteet voidaan toimittaa nopeammalla aikataululla. Asiakkaat ovat valmiita maksamaan jopa enemmän heidän tarpeidensa mukaan varioiduista tuotteista.

Suurin massaräätälöinnin suomista eduista on kasvanut kyky vastata asiakastarpeisiin nopeasti ja alemmilla kustannuksilla. Yrityksellä on mahdollisuus kasvattaa markkinaosuuttaan ja keskittyä yhteen asiakkaaseen kerrallaan. Tuotteet muuttuvat koko ajan markkinoiden vaatimusten mukaan, mikä onnistuu jatkuvan tuotekehityksen ansiosta.

Massaräätälöinti voi tuoda mukanaan myös epämiellyttäviä yllätyksiä. Ennen toimintatapojen muutosta on hyvä selvittää kaikki vaarat ja rajoitukset. Pelkona voivat olla laajat teknologiset muutokset ja asiakkaiden vastareaktiot. Asiakkaiden vastareaktiot voivat johtua liian nopeista tuoteuudistuksista, jotka aiheuttavat aikaisempien tuotteiden

nopean vanhenemisen. Vanhoihin malleihin saatavat varaosat ja vanhojen mallien yhteen sopiminen uusien kanssa ovat hyvä keino ehkäistä tällaisia ongelmia (Pine 1993).

4.2 Konfigurointi

Yksi tapa selviytyä yritysmaailman muutoksista, on tarjota asiakaskohtaista muuntelua konfiguroitavien tuotteiden avulla. Konfiguroinnissa (configuration) asiakas voi valita tilausvaiheessa haluamiaan toimintoja. Yritys valmistaa ja toimittaa asiakaskohtaisen tuotteen näiden vaatimusten pohjalta.

4.2.1 Konfiguroitavan tuotteen ominaisuudet

Tiihonen ja Soininen (1997) määrittelevät artikkelissaan konfiguroitavan tuotteen seuraavasti:

- Jokainen tuoteyksilö on määritelty yksittäisen asiakkaan tarpeiden mukaan.
- Tuote on suunniteltu kattamaan tietty joukko erilaisista asiakastarpeista.
- Jokainen tuoteyksilö on määritelty ennalta suunnitelluista komponenteista tai moduuleista. Tällöin ei ole tarvetta suunnitella uusia komponentteja tilaus- toimitusprosessin aikana.
- Tuotteelle on suunniteltu yleinen rakenne, arkkitehtuuri tai näiden yhdistelmä.
- Tuoteyksilö voidaan määritellä tilaus-toimitusprosessissa rutiininomaisin keinoin eikä lisäsuunnitteluun ole tarvetta.

Ensimmäisenä listassa mainittu ominaisuus erottaa konfiguroitavan tuotteen massatuotteesta. Toinen kohta taas viittaa siihen, että tuotetta ei ole suunniteltu tyydyttämään kaikkia asiakasvaatimuksia, vaan se kattaa sellaisen määrän vaatimuksia joka on yritykselle kannattavaa. Loput listan kohdista erottavat konfiguroitavan tuotteen asiakkaalle yksilöllisesti räätälöidystä tuotteesta. Konfiguroitava tuote on suunniteltu tutkimus- ja tuotekehitysvaiheessa siten, että käytettävissä olevista osista on mahdollista valmistaa eri asiakkaille heidän vaatimustensa mukaisia tuotteita. Tilaus-toimitusprosessin aikana ei enää suunnitella uusia osia tai mietitä uusia tapoja yhdistellä komponentteja asiakaskohtaisesti. Tyypillisiä esimerkkejä konfiguroitavista tuotteista ovat muun muassa tietokoneet, hissit, moduulihuonekalut, harvesterit ja kuorma-autot (Tiihonen & Soininen 1997).

4.2.2 Konfiguraattorit

Tilaus- toimitusketjussa on jo 1980-luvun alkupuolelta lähtien käytetty konfiguraattoreita tuotteen määrittelyn apuna. Konfiguraattori on tietojärjestelmäpohjainen menetelmä, jota käytetään esimerkiksi luotaessa ja hallinnoitaessa konfiguraatiomalleja. Lisäksi niiden avulla pystytään kontrolloimaan konfigurointisääntöjä ja komponenttitietoja.

Konfiguraattorien luokittelu

Karkeasti luokiteltuna, voidaan konfiguraattorit jakaa yksittäiskäyttöisiin (single use) ja yleiskäyttöisiin (general use). Yksittäiskäyttöiset konfiguraattorit on suunniteltu yrityksen tilaus-toimitusprosessin avuksi käsiteltäessä jotain tiettyä tuotetta tai tuoteperhettä. Yleiskäyttöistä konfiguraattoria taas käytetään muodostettaessa ja konfiguroitaessa erilaisia tuotteita eri yrityksissä.

Toinen tapa konfiguraattoreiden luokittelussa on jakaa ne sen mukaan, millaisia toimintoja ne mahdollistavat käyttäjälleen. Yksinkertaisimmillaan järjestelmä vain tallentaa käyttäjän tekemät konfiguraatiopäätökset. Tällöin järjestelmä ei tarkasta onko päätös pätevä ja mahdollinen tai tulevatko kaikki olemassa olevat valinnat tehdyiksi. Tätä *primitiiviseksi konfiguraattoriksi* luokiteltua järjestelmää voidaan käyttää tilauksien aputyökaluna. Hieman haasteellisemmalla tasolla toimii *interaktiivinen konfiguraattori*, joka voi tarkistaa käyttäjän tekemien päätösten oikeellisuuden, tallentaa ne ja samalla ohjata käyttäjää tekemään kaikki tarvittavat valinnat. Tämä tarkastaminen voidaan tehdä jokaisen käyttäjän tekemän päätöksen jälkeen tai vasta kaikkien päätösten jälkeen. *Automaattinen konfiguraattori* antaa täyden tuen konfigurointi päätöksiin ja se voi jopa suorittaa koko konfiguroinnin automaattisesti. Automaattiset konfiguraattorit poikkeavat toisistaan niiden kyvyllä tehdä älykkäitä konfigurointipäätöksiä. Jotkut tekevät vain helppoja päätöksiä käyttäjän valintojen pohjalta, kun taas toiset voivat tehdä kaikki tarvittavat päätökset konfiguroinnin suorittamiseksi. Kaupalliset konfiguraattorit ovat usein automaattisia, mutta toisaalta taas interaktiivinen konfiguraattori on täysin riittävä useimpien yritysten käyttöön (Tiihonen & Soininen 1997).

On olemassa useita syitä käyttää tuotekonfiguraattoria aputyökaluna myynti- toimitusprosesseissa. Yksi tärkeimmistä on tuotteen monimutkaisuuden hallinta. Muita konfiguraattorin käytön etuja ovat:

- leikata virheiden määrää konfigurointiprosessissa.
- vähentää myynti- ja toimitusprosesseihin kuluva aikaa.
- jakaa tehokkaasti ajan tasalla olevaa tuotetietoa konfiguraatioprosessin sisällä oleville ihmisille.
- kasvattaa annettujen tarjousten määrää ilman, että tarvitsee palkata lisää myyntihenkilöstöä (Tiihonen & Soininen 1997).

4.2.3 Konfiguroinnin etuja

Jørgensen (2009) esittää työssään konfiguroinnin päähyötyjä ja syitä ryhtyä siihen:

- Mahdollisuus täyttää laaja osa asiakastarpeista.
- Lyhemmät toimitusajat, sekä pienemmät varastot.
- Tuotannon lisääntynyt kontrollon mahdollisuus.
- Parantunut laatu
- Loppuun asti määritellyt tilaukset
- Tuotedokumentaatioiden ajantasaisuus

- Helpompi tapa käsitellä tuotevarianttien suurta määrää

Useat yritykset, jotka ovat aiemmin toimittaneet räätälöityjä tuotteita, ovat siirtyneet konfigurointiin lyhentääkseen toimitusaikoja. Tämän muutoksen johdosta siirtyy pääpaino tuotteen suunnittelussa tuotekehitykselle, joka luultavasti vaatii enemmän investointeja. Myyntihenkilöstön on oltava tarkkana, eikä heidän saa tarjota konfigurointimallien ulkopuolisia tuotteita. Tätä muutosta voi kaikkien olla vaikea hyväksyä (Tiihonen & Soininen 1997).

4.3 Moduolointi

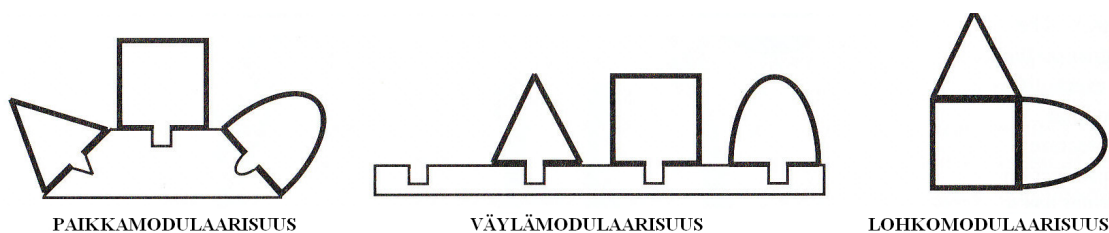
Moduloinnilla tarkoitetaan standardoitua yksikköä, joka voidaan yhdistää tai vaihtaa toisiin moduuleihin. Tuote voidaan valmistaa ja toimittaa moduulien avulla ilman uutta kokonaisvaltaista suunnittelua (Ericsson & Erixon 1999). Moduulien käyttöikä voi olla jopa pidempi kuin itse laitteen. Tuokko ja Österholm (2001) esittävät, että tuotteita moduloimalla saavutetaan tuotteen fyysinen ja toiminnallinen samankaltaisuus, jolloin eri moduulien väliset rajapinnat saadaan yksinkertaisimmiksi.

Modulaarisuutta käyttäen voidaan luoda paljon erilaisia tuotevariantteja eri moduulien avulla. Tällöin tuotetta voidaan muunnella asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Modulaarisuuden avulla katetaan mahdollisimman laajasti ja kannattavasti asiakkaiden tuotetarpeet. Standardi osia ja moduuleita apuna käyttäen saadaan lopputuote räätälöityä nopeasti (Ericsson & Erixon 1999).

Moduloinnilla saavutetaan paljon etuja yritykselle. Tuotekehitykseen käytettävä aika lyhenee, sillä suunnittelutyö nopeutuu ja virtaviivaistuu. Suunnittelussa syntyvät dokumentit ovat moduulien kohdalla jo osittain valmiita, jolloin niihin täytyy tehdä vain pieniä täsmennyksiä (Ericsson & Erixon 1999). Myös tuotannon läpimenoaika lyhenee, sillä kokoonpanoa voidaan rinnakkaistaa ja osakokoonpanojen rakenne on jo ennestään tuttua. Tuotemoduulit ovat itsenäisiä kokonaisuuksia, jolloin laatu ja luotettavuus paranevat, kun osat voidaan testata erillään ennen loppukokoonpanoa (Tuokko & Österholm 2001).

4.3.1 Modulaarisuus tuoterakenteessa

Ulrichin & Eppingerin (2008) mukaan moduulit, joista tuoteperheen tuotteet voidaan muodostaa, jaetaan yleensä kolmeen eri ryhmään. Nämä ryhmät ovat: paikkamodulaarisuus, väylämodulaarisuus ja lohkomodulaarisuus. Moduuliryhmät on esitetty kuvassa 20.



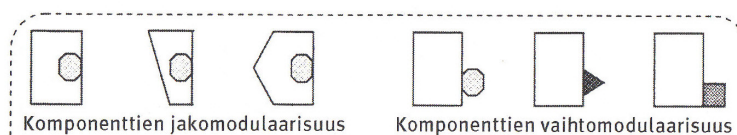
Kuva 20. Kolme modulaarisuuden tyyppiä (Ulrich & Eppinger 2008).

Väylämodulaarisuudessa moduuleilla on yhteinen standardisoitu rajapinta, mihin osat voidaan liittää eri asennoissa. Väylämodulaarisuus on hyvin käytetty elektroniikkateollisuudessa, mutta hyvänä esimerkkinä toimii myös esimerkiksi hyllyjärjestelmä joka asennetaan kiskoihin (Tuokko & Österholm 2001).

Lohkomodulaarisuudessa eri tuotetyypit voidaan yhdistää melko vapaasti usealla eri tavalla. Esimerkkinä lohkomodulaarisuudesta voidaan käyttää putkistoja ja sohvamoduuleita (Ulrich & Eppinger 2008).

Paikkamodulaarisuudessa jokainen moduulityyppi liitetään tiettyyn rajapinnan määrään asentoon, jolloin niiden paikkoja ei voida vaihdella keskenään. (Tuokko & Österholm 2001). Tämä modulaarisuuden tyyppi on käytetyin. Hyvänä esimerkkinä on auton kojelauta, johon voidaan liittää muun muassa radio ja nopeusmittaristo (Ulrich & Eppinger 2008).

Paikkamodulaarisuus voidaan jakaa vielä neljään eri ryhmään, jotka ovat: komponenttien vaihto-, komponenttien jako- ja parametrinen modulaarisuus, sekä kaikista kolmesta edellisestä koostuva yhdistelmämodulaarisuus. Eri modulaarisuus tyypit eroavat toisistaan rajapinnaltaan ja ne on esitetty kuvassa 21 (Tuokko & Österholm 2001).



Kuva 21. Neljä paikkamodulaarisuuden tyyppiä (Tuokko & Österholm 2001).

Komponenttien jakomodulaarisuus (Component-sharing modularity), jossa samaa peruskomponenttia käytetään tehokkaasti koko tuoteperheessä.

Komponenttien vaihtomodulaarisuus (Component swapping modularity), missä perustuotteen tiettyyn kohtaan voidaan yhdistää eri elementtejä, jolloin luodaan uusia tuotevariaatioita.

Parametrinen modulaarisuus (Cut-to-fit modularity tai fabricate-to-fit modularity), jossa yksi tai useampi komponentti muuttuu parametrisesti, mutta muut pysyvät standardikomponentteina.

Yhdistelmämodulaarisuus (Mix modularity), kuten nimestäkin jo selviää, on näiden kaikkien kolmen yhdistelmä. (Pine 1993). Moduuleista rakentuvan tuotteen rakenne voi vaihdella paljonkin, mutta eri moduuleiden on toimittava keskenään ja lopputuotteen kanssa saumattomasti tilanteissa, joissa käytetään esimerkiksi samaa virtalähdettä tai nestekiertoa. (Ulrich & Eppinger 2008).

4.3.2 Modulointia ohjaavat tekijät

Tuokko & Österholmin (2001) mukaan yksi tapa luokitella moduuleja on tarkastella modulointia ohjaavia tekijöitä eli moduulidrivereita. Seuraavassa tarkastellaan yleisiä moduulidrivereita jaoteltuna tuotteen elinkaareen liittyviin eri vaiheisiin. Yrityksellä voi olla myös omia yrityksen strategiasta, viranomaismääräyksistä tai taloudellisista rajoituksista syntyviä keinoja moduulien muodostamiseen.

Suunnittelu ja tuotekehitys:

Carry-over-konsepti eli tuoteominaisuuksien siirto seuraavaan sukupolveen, jolloin moduulia pidetään muuttumattomana läpi tulevien tuotesukupolvien. Vastakohtina edelliselle toimivat *planned design changes* ja *technical evolution*. Nämä kuvaavat tuoteperheen eliniän aikana esiintyvää muutosta moduulissa, sillä erolla että ensimmäisenä mainittu kuvaa tuotteeseen suunniteltuja muutoksia yrityksen sisäisesti ja jälkimmäinen yrityksen ulkoisesti. Ulkoisia muutoksia voivat olla muun muassa: tekniikan kehittyminen tai asiakasvaatimuksien täydelliset muutokset. Tulevaisuuden suunnittelu toimii kaikille kolmelle yhteisenä tekijänä

Varioituvuus:

Varioinnin kannalta ohjaavia tekijöitä ovat *tekninen variointi* (*technical specification*) ja *ulkonäöllinen variointi* (*styling*). Teknisessä varioinnissa suorituskyky tai toiminnot varioituvat tuoteperheen tuotteiden välillä, kun taas ulkonäöllisessä varioinnissa varioituvat väri ja/tai muoto.

Valmistus:

Common unit- yhteinen yksikkö, jota käytetään kaikissa tuoteperheen tuotteissa läpi koko tuoteperheen. Tuotantoprosessin/ organisaation (process/organisation) kohdalla tar-

koitetaan yksikköä, joka vaatii erityisiä valmistusmenetelmiä tai se voi muodostaa kokoonpantuna sopivan kokonaisuuden esimerkiksi käsittelyä tai kuljetusta ajatellen.

Alihankinta:

Supplier available- soveltuva toimittaja saatavilla kuvaa alihankkijoilta tilattavaa yksikköä, joka toimitetaan yksittäisten osien sijaan ”mustana laatikkona”. Toimittaja voi osittain vastata myös yksikön tuotekehityksestä.

Laatu:

Erillinen testaus- Separate testing kuvaa yksikköä, jonka toiminta voidaan tai pitää testata ennen loppukokoonpanoa erillisenä.

Myynnin jälkeinen palvelu (After sales)

Huolto/kunnossapito -Service/maintenance yksikkö jonka on oltava helposti huollettavissa koko tuotteen eliniän, sillä se sisältää suurimman osan tarvittavasta huollosta tai huolto voidaan tehdä muualla, koska yksikkö voidaan vioittuessaan nopeasti vaihtaa uuteen. *Upgrading- parannus/päivitys*, koostuu yksiköstä joka voidaan erilaisten toimintojen tai paremman suorituskyvyn aikaansaamiseksi korvata toisella yksiköllä. *Recycling –kierrätys* yksikkö, joka sisältää ongelmajätettä tai muuta haitallista ainetta ja siihen on siksi kiinnitettävä erityistä huomiota tuotetta hävitettäessä. Tuotteen sisältämät aineet voi olla myös erityisen helppo kierrättää.

4.4 Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi suhteessa toisiinsa

Seuraavaksi tarkastellaan massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin yhteyttä toisiinsa. Jo edempänä todettiin massaräätälöinnin olevan käsite, jonka päätavoitteena on hallita tuotevariointia siten, että yritys pystyy toimittamaan asiakaskohtaisesti muunneltavia tuotteita lähes massatuotannon tehokkuudella kulujen pysyessä silti kohtuullisina. Massaräätälöintiä hyödyntäen saavutetaan korkeammat myyntiluvut pienemmillä yksikkökustannuksilla. (Pine 1997). Konfigurointi taas on yksi toimintatapa asiakaskohtaisen muuntelun toteuttamiseksi. Konfiguroinnissa asiakas valitsee tilausvaiheessa haluamiaan toimintoja ja yritys valmistaa ja toimittaa asiakaskohtaisen tuotteen näiden vaatimusten pohjalta (Tiuhonen & Soininen 1997). Moduloinnin katsotaan olevan työkalu, jonka avulla voidaan luoda paljon erilaisia tuotevariantteja ja muunnella tuotetta asiakkaan toiveiden mukaisesti. Modulaarisuuden avulla katetaan asiakkaiden tarpeet mahdollisimman laajasti ja kannattavasti (Ericsson & Erixon 1999).

Pinen (1993) mukaan komponenttien modulointi on yksi massaräätälöinnin toteutustavoista. Jakamalla tuote yksittäisiin komponentteihin tai komponenttiryhmiin, voidaan rakentaa asiakaskohtaisia lopputuotteita. Räätälöinti tapahtuu loppukokoonpanossa,

joissa moduulit tai komponentit yhdistellään lopullisiksi tuotteiksi. Kuvassa 22 on esitettyä komponenttien modulointi ja muut massaräätälöinnin toteutuskeinot.



Kuva 22. Massaräätälöinnin ja moduloinnin välinen yhteys (Pine 1993).

Tuotemodulaarisuus on keino konfiguroida tuotevariantteja sekoittamalla ja sovittamalla komponentteja modulaarisen tuoterakenteen puitteissa. Tuotemodulaarisuus mahdollistaa taloudellisesti tuotekonfiguraatioiden suuren määrän. Modulaarisuus on näytellyt suurta roolia massatuotannon kehityksessä. Siinä missä informaatioteknologian katsotaan olleen massatuotannon suuri mahdollistaja, katsotaan tuotemodulaarisuuden olevan sen välttämätön vaatimus (Blecker et. al 2005)

Tiihonen ja Soininen (1997) esittävät konfiguroinnin eli systemaattinen tuotemuuntelun olevan yksi keino tarjota asiakaskohtaista muuntelua. Konfiguroinnissa asiakas valitsee tilausvaiheessa haluamiaan toimintoja ja yritys valmistaa ja toimittaa asiakaskohtaisen tuotteen näiden vaatimusten pohjalta. Jokainen konfiguroitava tuoteyksilö on määritelty ennalta suunnitelluista komponenteista tai moduuleista. Toimitukset ovat yksilöllisiä asiakastilauksia ja tuoteyksilöiden tuoterakenne on ennalta suunniteltu. Näiden tietojen pohjalta voidaan siis ajatella konfiguroinnin olevan yksi massaräätälöinnin keinoista, kuten kuvassa 23 on selvennetty.



Kuva 23. Massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välinen yhteys (Sarinko 1999).

On tärkeää huomata, että modulaarisuus ja konfigurointi ovat kaksi eri asiaa. Konfigurointi vastaa Pinen (1997) viidettä tapaa ja modulointi on tekninen tuoterakenneratkaisu tähän.

Konfigurointi voidaan esittää yrityksen toimintatapana, jonka keskeisimpänä osana on määrätty tilaus-toimitus-prosessi. Konfiguroinnin tavoitteena on suunnittelun ja toimituksen eriyttäminen, jolloin kaikki asiakastoimitukset tapahtuvat systemaattisen muuntelun avulla. Tähän päästään silloin, kun tarjottava tuoteperhe on modulaarinen ja toimitettavien variaatioiden muodostamisesta on olemassa konfigurointisäännöstö (Lehtonen 2007).

5 UUDEN TUOTELISTAUKSEN LUOMINEN

5.1 Tuotekannan kartoitus

Työ aloitettiin tuotekannan kartoituksella tutustumalla yrityksen myyntidokumentteihin vuosilta 1994 -2010. Tutkimus rajattiin koskemaan vain sähköisessä muodossa olevia tietoja, sillä tutustuminen kaikkiin ennen vuotta 1994 toteutettujen projektien kansioihin katsottiin olevan kannattamatonta suhteessa siihen kuluvaan aikaan. 17 vuoden ajalta kerättävien tietojen päätettiin riittävän hyvin siihen, että saataisiin selville mitä laitteita on valmistettu.

Tietoja kerättiin vanhoista myynti- ja projektitiedostoista. Osa tiedoista oli tallennettu sähköiseen muotoon yrityksen serverille ja osa toiminnanohjausjärjestelmään. Tietoja kerättiin sekä vanhasta, että uudesta toiminnanohjausjärjestelmästä. Jokaiselta vuodelta kirjattiin ylös myytyjen tuotteiden nimike kappalemäärineen ja näistä tiedoista syntyi tämän työn lopussa liitteenä 1 oleva lista.

Yhdistämällä laitetiedot vuosilta 1994 -2010, saadaan liitteenä 2 olevan taulukon mukainen laitelistaus. Erilaisia tuoteryhmiä löytyy 16 kpl ja eri tuotteita noin 98 kpl. Näitä tietoja käytetään pohjana tuotevariaatiomäärän supistamisessa. Useasta laiteperheestä erottuu selkeästi muutama tuote, jotka ovat olleet suosituimpia, joten ne ovat hyvin todennäköisesti mukana uudessa supistetussa tuotekannassa.

Seuraavassa osuudessa tullaan paremmin perehtymään olemassa olevaan tuoteperheeseen ja selvittämään yrityksen tarvitsema ja sen kannalta edullisin tuotevalikoima. Uusi tuoteperhe tulee kattamaan kaikki tuotteet poisluettuna hiekanpesuvaunu, teknisenvedensuodatin sekä säkkikuivainlaitteisto. Hiekanpesuvaunuja ja teknisenvedensuodattimia on valmistettu hyvin vähän, lisäksi nämä tuotteet on suunniteltava aina asiakaskohtaisesti, jolloin niiden ottaminen mukaan uuteen tuoteperheeseen ei ole järkevää. Säkkikuivainlaitteisto taas koostuu kahdesta eri laitteesta: rumputiivistimestä ja polymeerilaitteista, jonka vuoksi laitteistoa ei otettu mukaan kartoitukseen.

Jo tällaisenaan tuotekannan kartoitus on ollut suureksi hyödyksi huollon ja myynnin kannalta. Laitelistauksien avulla on saatu helposti selville, minä vuonna mitäkin laitetta on valmistettu.

5.2 Uuden tuoteperheen määrittely

Kun laitekartoitus on tehty, jatketaan määrittelemällä mitkä laitteet ja niiden eri kokoluokat otetaan mukaan uuteen tuoteperheeseen. Työ aloitetaan tekemällä taulukot, joihin kootaan yrityksen ulkoinen variaatio tuotteittain. Tämä ulkoinen variaatio saadaan sel-

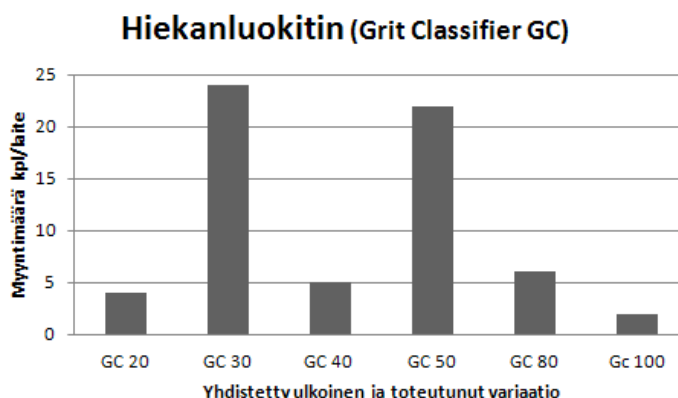
ville yrityksen aiemmista myyntikatalogeista. Ulkoisen variaation jälkeen taulukkoon lisätään toteutunut variaatio, eli ne laitteet joita yritys on todellisuudessa myynyt.

Kun laitteen ulkoinen ja toteutunut variaatio on lisätty taulukkoon, nähdään myydyimmät laitteet ja samalla ne joita on myyty vähän tai ei ole myyty ollenkaan. Nämä turhat tuotevariaatiot voidaan poistaa taulukosta, jolloin jäljelle jäävät mietittäväksi ne laitteet, joiden välillä tehdään päätös lopullisesta tuotevariaatiosta. Tämä laitelistauksen karsiminen käydään lävitse tuote tuotteelta.

5.2.1 Hiekanluokitin

Hiekanluokittimia on myyntihistorian mukaan myyty kuutta eri mallia. Vanhoista laite-esitteistä selviää, että hiekanluokittimia on ollut esitteessä ennen vain kolmea laitetyyp-
piä, mutta jostain syystä on myöhemmissä esitteissä lähdetty tarjoamaan asiakkaille useampaa eri kokoluokkaa. Hiekanluokittimen ulkoinen ja toteutunut variaatio on yhdis-
tettu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Hiekanluokittimen yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.



Hiekanluokittimen pienintä kokoa GC 20 on myyty hyvin vähän. Koska seuraava koko-
luokka GC 30 on hyvin lähellä pienintä kokoa, on syytä miettiä, onko järkevää ottaa
kumpaakin laitetta mukaan uuteen tuotelistaukseen. Koska GC 30 on ehdottomasti eni-
ten myydyin laite, kallistutaan pienimmän koon poistamisen puolelle. GC 40 taas on
myydyimpien kokoluokkien välissä ja ero kumpaakin, sekä isompaan, että pienempään
kokoon on pieni. Tämän vuoksi GC 40 on järkevä jättää pois uudesta listasta.

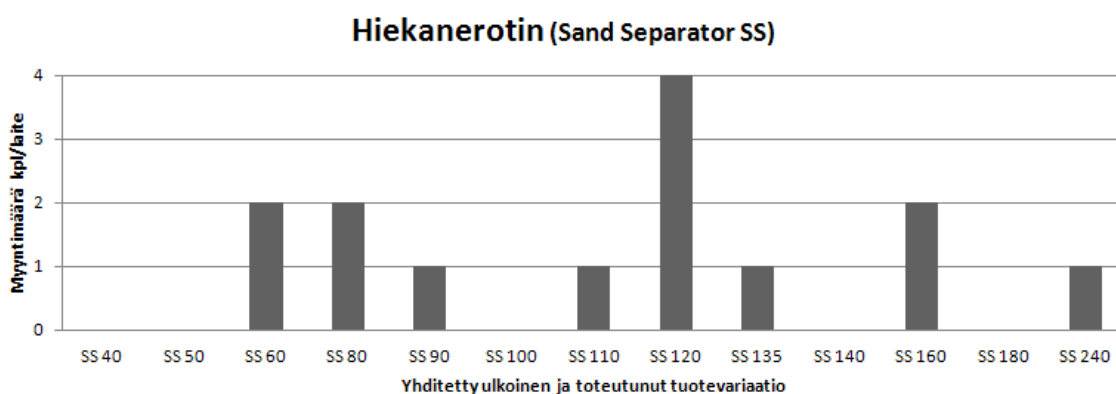
Laitetyyppien lukumäärä ei näiden vähennyksien jälkeen ole enää suuri, mutta kos-
ka suurimman koon GC 100:n myyntimäärä on ollut hyvin vähäinen ja tehokkaamman
hiekanerotinmallin pienimmät koot yltyvät samaan kapasiteettiin, on järkevää jättää
myös kokoluokka GC 100 pois laskuista. Supistettuun tuoteperheeseen kuuluvat nyt
laitteet: GC 30, GC 50 ja GC 80. Hiekanluokittimien määrä saatiin pudotettua kolmeen,
eli puoleen alkuperäisestä.

5.2.2 Hiekanerotin

Yrityksellä on myynnissä kahta toimintatyyppiltään hieman erilaista laitetta hiekanerottelemiseen vedestä. Hiekanluokitin soveltuu pienempää kapasiteettia vaativiin kohteisiin ja hiekanerotin taas suurempaa kapasiteettia vaativiin. Näiden laitteiden kohdalla on syytä tarkistaa, ettei niiden tarjonta mene päällekkäin. Hiekanerottimien kohdalla ei ole järkevää tarjota laitetta, jolla on sama kapasiteetti kuin hiekanluokittimella.

Hiekanerottimista on myyty kahdeksaa eri kokoluokkaa ja tarjottu asiakkaalle yhdeksää eri kokoa. Kun tämä laitteen ulkoinen ja toteutunut variaatio yhdistetään, syntyy seuraavan lainen taulukko 2.

Taulukko 2. Hiekanerottimen yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.



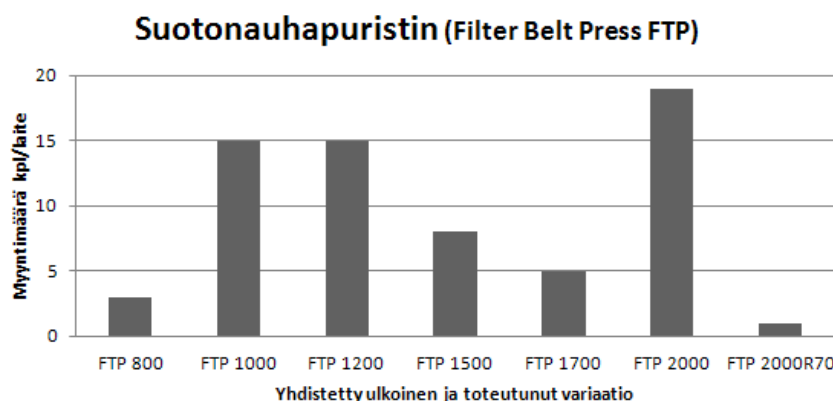
Taulukon 2 mukaan viittä laitekokoja ei ole myyty ainoatakaan kappaletta. Nämä kokoluokat ovat: SS 40, 50, 100, 140 ja 180. Laitteita SS 40, 50 ja 80 ei ole syytä ottaa mukaan uuteen laitelistaukseen, sillä hiekanluokitin pystyy taloudellisemmin kattamaan näiden vaatimukset. Seuraavien kokoluokkien hajonta on taulukossa suurta ja mukaan otettavien laitteiden valitsemisessa on otettava huomioon, että laitteen koko kasvaa pituussuunnassa aina 1 metrin, kun kokoluokka muuttuu 20 yksikköä. Esimerkiksi Hiekanerottimien SS 100 ja SS 120 välinen pituusero on 1 metrin. Laitteille suunniteltu tila on vedenkäsittelylaitoksissa usein hyvin pieni. Varsinkin silloin kun kyseessä on saneerauskohte ja vanha laite vain päivitetään uudempaan, voi jopa yhden metrin kasvu laitteen koossa olla jo todella ongelmallinen.

Valitsemalla uuteen tuotelistaukseen kokoluokat SS 100, 120, 140 ja 180 pystytään kattamaan lähes kaikki eniten myydyt laitteet. Näitä suuremmat ja valittujen laitteiden väliset mallit, jätetään listauksen ulkopuolelle ja valmistetaan vain asiakkaan erikseen näin vaatiessa. Uusi tuotelistaus käsittää viisi laitetta ja näyttää seuraavalta: SS 100, SS 120, SS 140 ja SS 180. Tarjottavien laitteiden määrää saatiin vähennettyä yli puolella.

5.2.3 Suotonauhapuristin

Yrityksen tuotteista Suotonauhapuristin on ainut laite, jonka sisäinen ja toteutunut variaatio ovat lähestulkoon samat. Taulukossa 3 on kuvattuna laitteen myyntimäärät kokoluokittain.

Taulukko 3. Suotonauhapuristimen yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.



Taulukosta 3 nähdään, että laitteita FTP 1000, 1200 ja 2000 on myyty eniten. Kokoa 800, 1500, 1700 ja 2000R70 on myyty vähän ja niiden kohdalla on mietittävä niiden tarpeellisuutta uudessa tuotekannassa. FTP 2000R70 on erikoismalli, joka eroaa tavallisesta FTP 2000:sta vain vahvemmalla rungollaan. Tämä tuote jätetään laitelistauksen ulkopuolelle ja sitä myydään vain räätälöitynä laitteena. Myyntihistorian mukaan sitä ei ole myyty kuin yksi kappale vuosien 1994- 2010 välisenä aikana. Kokoa FTP 800 on myyty vain kolme kappaletta ja kokoa 1700 viisi kappaletta. FTP 800 voidaan jättää pois uudesta laitelistauksesta, mutta FTP 1500 ja 1700 on hyvä säilyttää, sillä kapasiteettiero edeltävän ja seuraavan välillä olisi liian suuri. Uusi listaus käsittää laitteet: FTP 1000, FTP 1200, FTP 1500, FTP 1700 ja FTP 2000.

Suotonauhapuristimesta on olemassa myös osittain manuaalisesti toimiva E-malli, jota on myyty pääosin vain Venäjän markkinoille. Laitteen on huomattu olevan ongelmallinen juuri manuaalisuutensa vuoksi, sillä laite tarvitsee paljon toiminnan aikaista seuranta ja päivittäistä tarkkailua. Yritys pyrkii vähentämään ja tulevaisuudessa jopa lopettamaan laitteen myynnin, jolloin E-mallia ei ole syytä markkinoida tai esitellä yleisesti. Laitetta toki valmistetaan vielä, mutta ainoastaan asiakkaan vaatimuksesta, eikä laisinkaan varastoon.

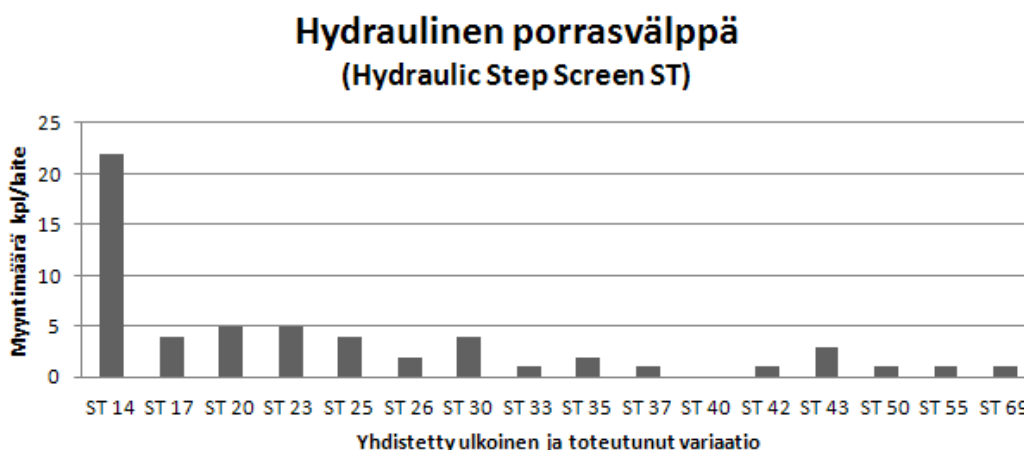
5.2.4 Hydraulinen porrasvälppä

Hydraulisia porrasvälppiä on myyty 41 erilaista nimikettä. Aikaisemmin käytetty malli 10S on korvattu myöhemmin mallilla 14S, joten ne yhdistämällä saatiin S-sarjaan 36 kappaletta erikokoista välppiä.

Koska laitteen koko ja samalla nimike määräytyy täysin sen mukaan, minkälaiseen kanavaan laite asennetaan ja minkä kokoisia välppeitä sen halutaan suodattavan, on syy-

tä selventää laitelistausta. Selkeyttäminen onnistuu jättämällä laitteen leveys ja säleväli informaatiot kokonaan tarkastelun ulkopuolelle. Näiden toimenpiteiden jälkeen laitelistausta näyttää taulukon 4 kaltaiselta.

Taulukko 4. Hydraulisen porrasvälppän yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.



Kokoluokka ST 14 on ehdottomasti myydyin malli. Koska laite on melko pienikokoinen, se voidaan asentaa valmiin betonikanavan lisäksi myös laitteen mukana tulevaan teräksiseen kanavaan. Tämä laite siis kannattaa jo monikäyttöisyytensä vuoksi ottaa mukaan uuteen laitelistaukseen. Eniten on mennyt laitteita kokovälillä ST 14 -30, joten näiden joukosta on järkevintä valita 3-4 laitetta, joiden kehittelyyn on syytä panostaa tulevaisuudessa. Seitsemän laitteen joukosta päädytään valitsemaan joka toinen laite, jolloin kaikki näiden kokojen välissäkin olevat koot tulevat katetuksi. Uusi hydraulisten porrasvälppien joukko näyttää tältä: ST 14, ST 20, ST 25 ja ST 30. Alkuperäisestä tuotetarjoomasta uuteen laitelistaukseen päätyi vain ¼ laitteista, näin ollen määrää saatiin supistettua tuntuvasti.

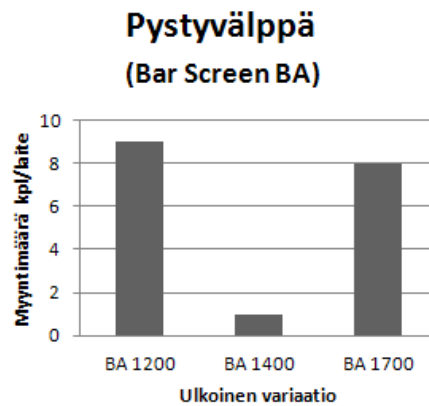
Suuremmat koot on syytä jättää listauksen ulkopuolelle, sillä ne vaativat ympärilleen suuremman asennustilan ja korkeamman kapasiteettitarpeen. Näitä malleja onkin myyty lähes yksinomaan Arabimaihin, joissa on suuret suoritusvaatimukset. Vahvem-paa rakennetta olevia SH-välppiä on valmistettu neljää eri kokoa. Niiden myynti on kuitenkin ollut aika vähäistä, joten niitä tullaan valmistamaan vain asiakkaan tai olosuh-teiden näin ehdottomasti vaatiessa, eikä niitä näin ollen oteta mukaan porrasvälppien laitelistaukseen.

5.2.5 Pystyvälppä

Pystyvälpistä ei ole ollut erillistä myyntiesitettä, vaan laitetta on tarjottu aina asiakkaalle räätälöitynä. Laitteen kokoon ja nousukulmaan vaikuttavat asennuskohteen kokonaiskorkeus, sekä vesikanavan korkeus ja leveys. Pystyvälppää löytyy valmistushistorian mukaan neljää eri kokoa. Kahden välppätyypin nimeen on lisätty myös siivilöintialueen korkeus. Tämä tieto voidaan jättää huomioimatta, sillä välppän pää rakenne pysyy samana

kyseisestä korkeudesta riippumatta. Vain eri osien pituudet muuttuvat aina lähtötietojen mukaan. Lisäksi laitteen sälevälitieto voidaan jättää huomioimatta sen vuoksi, että laitteen leveys pysyy sälevälistä riippumatta aina samana.

Taulukko 5. Pystyvälppän yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.

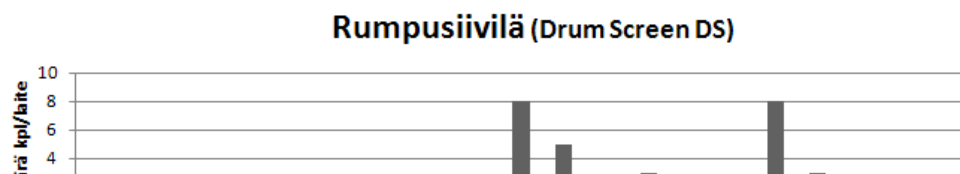


Laitteesta on järkevää tehdä niin kutsuttu yleisesite, josta näkyvät mitkä mitat ovat mitoituksessa tärkeitä ja vaikuttavat laitteen kokoon. Esimerkkilaitteena esitteessä toimii BA 1200.

5.2.6 Rumpusiivilä

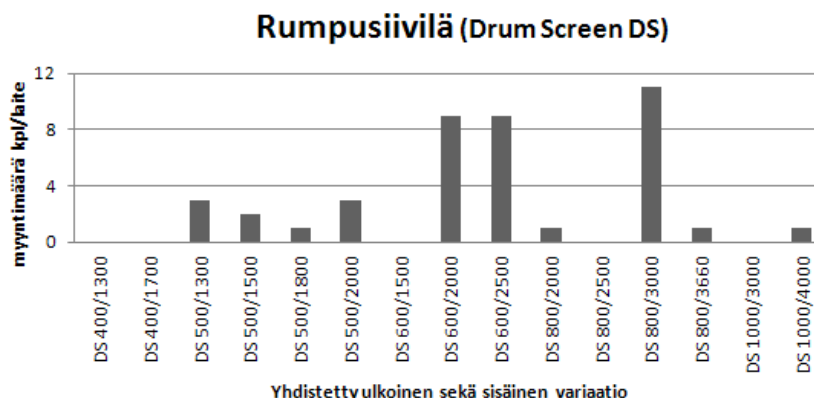
Alla olevaan taulukkoon 6 on lisätty rumpusiivilän ulkoinen ja toteutunut variaatio ja niiden myyntimäärät. Taulukosta voidaan nähdä, että eri variaatioita on yhteensä 21 kappaletta.

Taulukko 6. Rumpusiivilän ulkoinen ja toteutunut variaatio.



Rumpusiivilän nimessä viimeinen numero ilmaisee siiviläpinnan reikäkoon. Tällä reikäkokoilla ei ole vaikutusta rumpusiivilän muuhun rakenteeseen. Näin ollen reikäkoko voidaan jättää huomioimatta ja määritellä uusi tuoteperhe ilman viittauksia siiviläpintaan ja yhdistämällä samaa runkokokoa käyttävät laitteet yhteen. Taulukossa 7 on yhdistettynä samaa runkoa käyttävät laitteet.

Taulukko 7. Rumpusiivilän ulkoinen ja toteutunut variaatio, jossa rumpujen reikäkoot on jätetty huomiotta.



Taulukosta nähdään, ettei laitteita: DS 400/1300, 400/1700, 600/1500 ja 1000/3000 ole myyty ainoatakaan kappaletta koko 17-vuoden myyntihistorian aikana. Näiden laitteiden voidaan siis olettaa olevan niitä, joiden kehittelyyn ja myyntiin on turha haaskata enempää resursseja.

Taulukosta 7 nähdään, että kokoluokka DS 800/3000 on ollut suosituin. Laitteen valmistus on jakautunut useammalle vuodelle, jolloin voidaan pois sulkea se, että kaikki laitteet olisivat menneet samalle asiakkaalle samaan kohteeseen ja olisivat näin ollen olleet räätälöityjä johonkin tiettyyn projektiin. Kokoluokat DS 600/2000 ja DS 600/2500 ovat seuraavaksi tilatuimpia laitteita ja myös ne valitaan mukaan uuteen tuoteperheeseen.

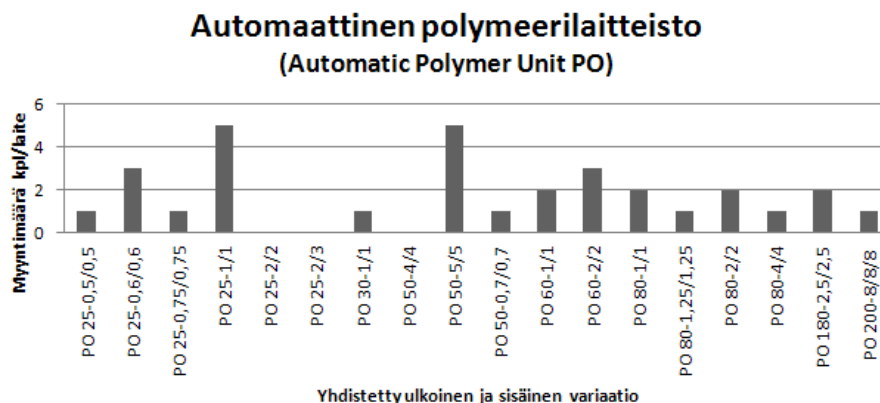
Seuraavaksi poistetaan laitteet, joiden kapasiteetti ja samalla koko ovat hyvin lähellä toisiaan. Esimerkiksi koot DS 500/1300 ja 1500 ovat hyvin lähellä toisiaan ja siksi onkin järkevää yhdistää ne koon DS 300/1500 alle. Samoin toimitaan kokoluokkien DS 500/1800 ja 2000, jotka yhdistetään kooksi DS 500/2000. Halkaisijaltaan 800 mm olevien rumpusiivilöiden joukossa on erikoinen koko DS 800/3660, joka on mitä luultavimmin ollut täysin asiakkaalle räätälöity yksittäiskappale. Lisäksi tämä on lähellä kokoa DS 800/3000, joten nämä laitteet yhdistetään kooksi DS 800/3000. Mukaan uuteen tuoteperheeseen otetaan myös koko DS 1000/4000. Karsittu rumpusiivilävalikoima näyttää nyt seuraavalta: DS 500/1500, DS 500/2000, DS 600/2000, DS 600/2500, DS 800/2000, DS 800/3000 ja DS 1000/4000.

Erilaisten rumpusiivilöiden määrä saatiin kutistettua 21 kappaleesta seitsemään kappaleeseen. Näiden valittujen kokoluokkien runkoja voidaan halutessa valmistaa varastoon ja liittää niihin tilaushetkellä asiakaskohtaisesti määritelty siivilöintipinta. Lopuksi voidaan vielä todeta, että taulukkoa 6 katsottaessa siivilöintipintojen reikäkoot 0,5, 1, 1,5, 2 ja 3 ovat niitä joita on järkevintä myydä ja varastoida.

5.2.7 Rumputiivistin ja esierotusrumpu

Rumputiivistintä voidaan käyttää yksinään, mutta myös asennettuna suotonauhapuristimen päälle. Kun rumputiivistin on integroituna suotonauhapuristimeen, siitä voidaan

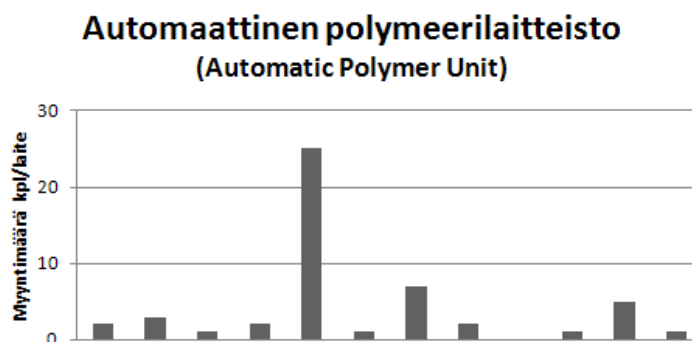
Taulukko 9. Polymeerilaitteiston yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.



Osa laitteistoista on myyty myös koagulanttilaitteiston nimellä, mutta toimintaperiaate ja rakenne ovat näillä laitteistoilla täysin identtiset. Ainoana erona on se, että koagulanttilaitteiston putkistot, venttiilit ja pumppujen pesät on valmistettu haponkestävästä teräksestä.

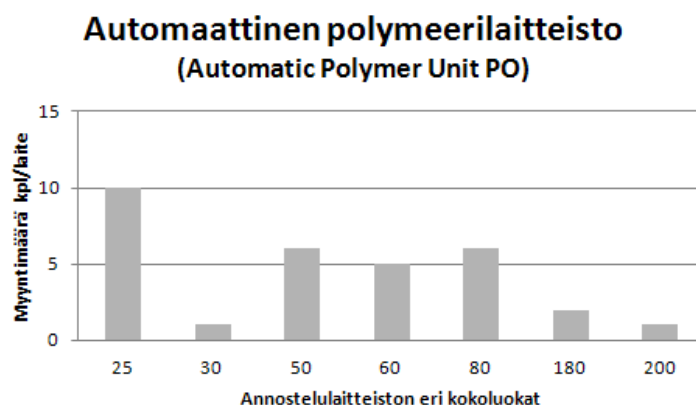
Polymeerilaitteisto koostuu sekoitus- ja annostelusäilöistä ja niiden päälle asennettavasta annostinlaitteistosta. Polymeerilaitteiston kohdalla on järkevintä selvittää ensin käytetyimmät säiliökoot. Nämä säiliöt teetetään yleensä alihankintana ja käytetyimpiä säiliöitä voidaan näin ollen ostaa varastoon. Säiliöitä valmistetaan myös ruostumattomasta teräksestä ja tällöin säiliöt ovat omaa tuotantoa.

Taulukko 10. Polymeerilaitteistojen myyntimäärät säiliökoon mukaan



Taulukosta 10 voidaan nähdä, että säiliökoko 1 m³ on ollut ehdottomasti ostetuin koko. Seuraavina tulevat 2 m³ ja 5 m³. Muita kokoja on valmistettu vähemmän ja joidenkin säiliöiden kokoerotkin ovat hyvin pieniä. Järkevintä on ottaa koot 1 m³, 2 m³ ja 5 m³ mukaan uuteen tuotelistaukseen ja valmistaa muita vain asiakkaan erikseen näin pyytessä.

Taulukko 11. Polymeerilaitteistojen myyntimäärät annostinlaitteiston koon mukaan



Käytetyin annostelulaitteiston koko on ollut 25. Seuraavana tulevat 50, 60 ja 80. Koska koot 50–80 eivät suuresti eroa toisistaan, vaan niiden korkeus vain hieman kasvaa aina siirryttäessä suurempaan kokoon, voidaan uuteen tuotelistaukseen ottaa mukaan koot: 25, 50 ja 80. Muut koot ovat erikoiskokoja ja niitä on valmistettu hyvin vähän.

Kun otetaan huomioon erikseen sekä säiliöiden koko, että annostelulaitteiston koko, saadaan luotua seuraavanlaisia yhdistelmiä: PO 25-1/1, PO 25-2/2, PO 50-1/1, PO 50-2/2, PO 50-5/5, PO 80-1/1, PO 80-2/2 ja PO 80-5/5. Näillä yhdistelmillä pystytään varmasti kattamaan suuriosa asiakastarpeista.

5.2.9 Flokkulaattori

Flokkulaattorista ei ole olemassa omaa myyntiesitettä. Laitetta on valmistettu aina tarvittavan kapasiteetin mukaan mitoitettuna ja yksilöllisesti asiakkaalle räätälöitynä. Flokkulaattoria on valmistettu kolmea eri kokoa: 125 l, 400 l ja 1 m³. Yhtenäisen taulukon vuoksi muutetaan kaikki arvot samankaltaisiksi, joten 1 m³ muutetaan 1000 litraksi. Flokkulaattorien kokoluokat näkyvät taulukossa 10.

Taulukko 12. Flokkulaattorin ulkoinen variaatio

Flokkulaattori (Flocculator FL)

4

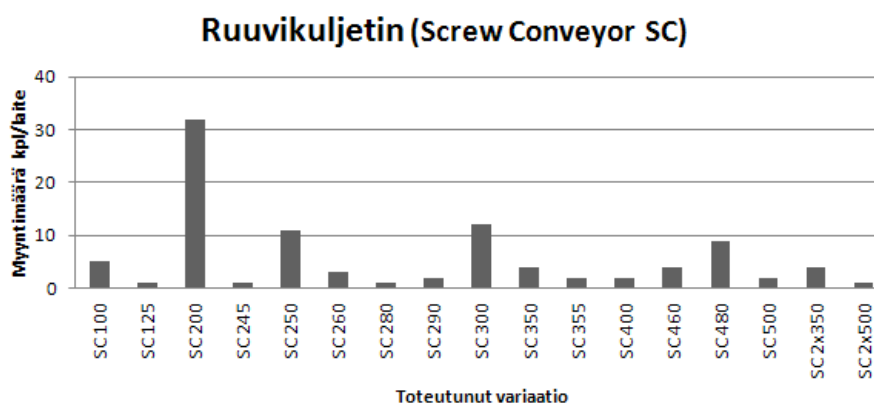
Flokkulaattorista tehdään yleisesite kuten aiemmin mainitusta pystyvälpästä. Esitteeseen laitetaan kuva esimerkkilaitteesta ja ilmoitetaan mitat, jotka vaikuttavat laitteen kokoon ja kapasiteettiin. Esimerkkilaitteena toimii FL 400 l

5.2.10 Ruuvikuljetin

Ruuvikuljetin on ollut yritykselle laite, jota on myyty useita kappaleita vuosittain, mutta laitetta ei ole koskaan sen suuremmin markkinoitu. Ruuvikuljettimista ei ole olemassa omaa myyntiesitettä. Valmistushistorian mukaan ruuvikuljettimia on valmistettu useaa eri pituutta välillä 2,0 – 11,2 m. Halkaisijaltaan eri kokoluokan ruuveja löytyi 15 kappaletta. Tuplaruuvikuljettimia, eli kahdella ruuvilla varustettuja kuljettimia on myyty kah- ta eri mallia.

Koska kuljettimen pituus on täysin riippuvainen asennuskohteesta, vaihtelevat lait- teen pituudet suuresti ja voidaan jopa sanoa, että toista juuri täysin samanpituista laitetta on valmistettu hyvin harvoin. Tämän vuoksi pituutta ei kannata ottaa huomioon muo- dostettaessa uutta laitelistaa. Järkevintä on valita mukaan otettavat laitteet ruuvin levey- den mukaan. Taulukossa 13 on esitettyä kaikki ruuvihalkaisijat, joita yritys on myy- nyt.

Taulukko 13. Ruuvikuljettimen toteutunut variaatio.



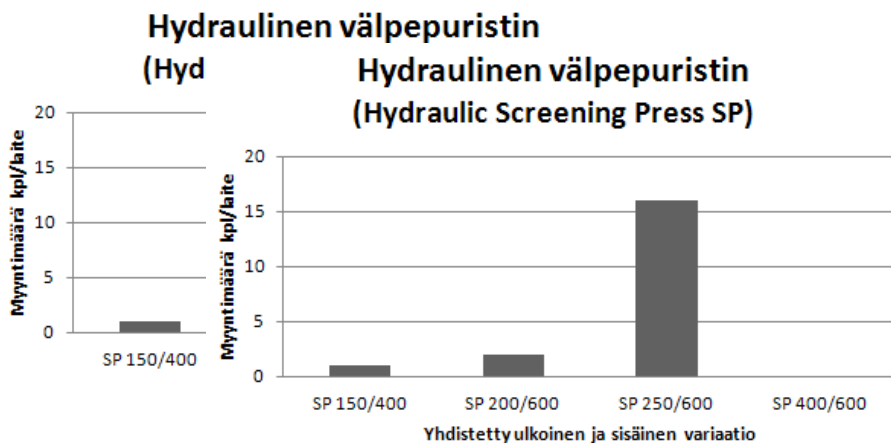
Taulukosta 13 voidaan havaita, että koko SC 200 on ollut kaikkein suosituin. Seuraavi- na tulevat koot SC 250 ja 300. SC 460 ja 480, sekä molemmat tuplaruuvimallit ovat ruuvikuljettimia joita on valmistettu alihankintana kompostointirumpuja myyvälle yri- tykselle. Nämä mallit ovat täysin asiakkaan tarpeen mukaan räätälöityjä ja niiden raken- nekin eroaa yrityksen muista kuljetinruuvimalleista.

Uuteen laitelistaukseen on taulukon mukaan järkevintä ottaa ainakin koot: SC 200, 250 ja 300. Mukaan otetaan myös koko SC 350, jolloin uusi laitelistaus näyttää seuraavan- laiselta: SC 200, SC 250, SC 300 ja SC 350. Näiden kokojen osia varaosineen on edulli- sinta pitää varastossa, verrattuna esimerkiksi suurempiin malleihin. Muita malleja val- mistetaan asiakkaan pyynnön mukaan. Laitteiden määrä saatiin vähennettyä 17 laitteesta neljään laitteeseen.

5.2.11 Hydraulinen välpepuristin

Hydraulisia välpepuristimia on myyty kolmea ja tarjottu asiakkaalle kahta eri mallia. Näistä ehdottomasti eniten on myyty kokoa SP 250/600 ja muita vain yksittäiskappaleina. Kaikki myydyt mallit ilmenevät taulukosta 14.

Taulukko 14. Hydraulisen välpepuristimen yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.



Ainoat SP 250/600 mallista poikkeavat laitteet on myyty vuonna 2004. Muina vuosina myydyt laitteet ovat kaikki olleet mallia SP 250/600. Yrityksen kannattaa panostaa vain mallin SP 250/600 markkinointiin ja valmistaa sitä varastoon. Muita malleja tarjotaan asiakkaan näin vaatiessa.

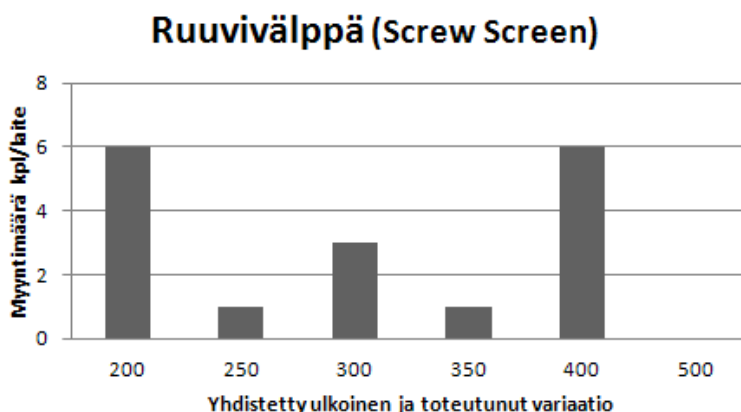
5.2.12 Ruuvivälppä

Ruuvivälppää on valmistettu ruuvihalkaisijoilla 200, 250, 300, 350 ja 400, yhteensä 12 eri kokoa. Kaikki myyntidokumenteissa esiintyneet laitemallit näkyvät alla olevassa taulukossa 15.

Taulukko 15. Ruuvivälppän yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio.

Ruuviväljän pituus vaihtelee aina vesikanavan mukaan, joten laitteen kokonaispituus määräytyy aina asennuskohteen mukaan. Laitteen pituus voidaan jättää tarkastelun ulkopuolelle ja selvittää ainoastaan laitteen myydyimmät kokoluokat ruuvihalkaisijan mukaan. Taulukossa 16 näkyvät laitteen yhdistetty ja toteutunut variaatio halkaisijan mukaan.

Taulukko 16. Ruuviväljän yhdistetty ulkoinen ja toteutunut variaatio ruuvin halkaisijan mukaan.




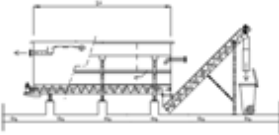
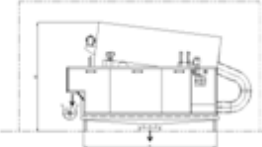
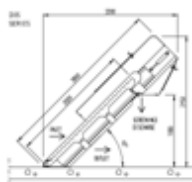
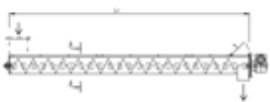

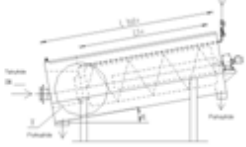
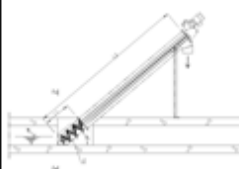
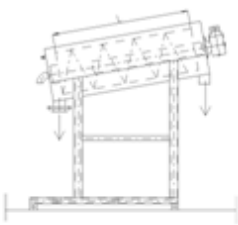
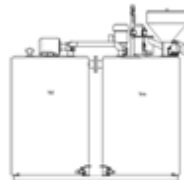
Taulukon 16 mukaan suosituimmat koot ovat olleet 200 ja 400, seuraavana tulee koko 300. Laitemallia 500 ei ole myyty ainoatakaan kappaletta ja kokoja 250 ja 350 vain yksi kappale kumpaakin. Uuteen tuotelistaukseen otetaan mukaan koot 200, 300 ja 400.

5.3 Uusi tuotelistaus

Tämän työn tarkoituksena oli määrittää uusi tuotekanta vanhan tuotekannan pohjalta, selkeyttämällä ja järjeistämällä vanhaa olemassa olevaa tuotevariointia. Ennen työn aloittamista yrityksen tuotekanta oli hyvin laaja, eikä yritys ollut enää tarkasti tietoinen mitkä laitteet ovat kaikkein suosituimpia ja minkä laitteiden markkinointiin ja kehittelyyn kannattaa panostaa.

Jo pelkästään tuotekannan kartoitus auttoi yritystä huomaamaan kehittämisen kohteet. Tuotekannan kartoituksessa löydettiin erilaisia tuoteryhmiä 16 kappaletta ja eri tuotteita kaiken kaikkiaan 98 kappaletta. Uuden tuotekannan määrittelyn jälkeen erilaisia tuoteryhmiä on 12 ja eri tuotteita 50 kappaletta. Uusi tuotelistaus selviää taulukosta 17.

Taulukko 17. Uusi tuotelistaus

Hiekanluokitin  GC 30 GC 50 GC 80	Hiekanerotin  SS 100 SS 120 SS 140 SS 180
Suotonauhapuristin  FTP 1000 FTP 1200 FTP 1500 FTP 1700 FTP 2000	Hydraulinen porrasvälppä  ST 14 ST 20 ST 25 ST 30
Ruuvikuljetin  SC 200 SC 250 SC 300 SC 350	Flokkulaattori  FL 400 1 (yleisesite)
Rumpusiivilä  DS 500/1500 DS 500/2000 DS 600/2000 DS 600/2500 DS 800/2000 DS 800/3000 DS 1000/4000	Ruuvivälppä  200 300 400
Rumputiivistin  DT 400/1300 DT 500/1300 DT 500/2500 DT 600/1800 DT 600/2300 DT 600/2800 DT 700/3700 DT 800/2300	Automaattinen polymeerilaitteisto  PO 25-1/1 PO 25-2/2 PO 50-1/1 PO 50-2/2 PO 50-5/5 PO 80-1/1 PO 80-2/2

Uusi tuotevariointi näyttää nyt selkeämmältä ja asiakkaalle tarjottavien tuotteiden määrää saatiin supistettua reilusti. Laitteiden kokonaismäärä väheni lähes puoleen alkupe-

räisestä ja näin ollen työlle asetetut tavoitteet tulivat hyvin täytetyksi. Saavutettujen tulosten käytännöllinen merkitys yritykselle on suuri, sillä näiden tietojen pohjalta yritys pystyy nyt panostamaan valittujen laitteiden kehittelyyn ja markkinointiin. Osa laitteista pystyy hyödyntämään samoja osia, jolloin laitteiden kehittäessä ja uudelleenmallintamisessa voidaan ottaa tämä huomioon ja samalla vähentämään komponenttien varastointimääriä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jo pelkästään laitteiden ja niiden valmistusmäärien selvittäminen on auttanut yritystä suuresti. Tietojen pohjalta on tutkittu, mitkä ovat olleet yrityksen suosituimpia tuotteita ja mitkä tuotteiden kokoluokat ovat niitä, joiden valmistus kannattaa aloittaa vain jos asiakas näin erikseen vaatii. Asiakkaalle tullaan siis ensimmäisenä tarjoamaan tämän työn tuloksena selville saatuja tuotteita ja niiden kokoluokkia.

Tämän työn avulla selvinneen uuden tuotevarioinnin pohjalta yritys aloittaa valittujen tuotteiden kehittelyn ja mallintamisen. Jokaiselle tuoteryhmälle luodaan omat myyntiesitteet, jotka julkaistaan yrityksen Internet-sivuilla. Lisäksi jokaiselle laitteelle luodaan oma, niin kutsuttu suunnittelukansio, joka lähetetään kaikille tärkeimmille yhteistyökumppaneille ja suunnittelutoimistoille. Näiden esitteiden ja suunnittelukansioiden avulla yritys saa laitteilleen näkyvyyttä ja on avainasemassa kun suunnittelutoimistot valitsevat laitteita tuleviin suunnittelukohteisiinsa.

Turhien laitteiden karsiminen pois ja keskittyminen laitteisiin, jotka ovat suosituimpia, tuo yritykselle kustannussäästöjä ja parannuksia muun muassa seuraavissa kohteissa:

- markkinoinnin selkeyttämisessä, jolloin yritys tarjoaa pääasiassa standardilaitteita suoraan myyntiesitteistä. Yritys voi edelleen tarjota laitteita myös esitteiden ulkopuolelta, mutta silloin myyntihinta on suurempi.
- suunnittelun helpottamisessa. Yritys tekee tarkat valmistuspiirustukset kaikista standardilaitteistaan, jolloin laitetta ei tarvitse suunnitella joka kerta uudelleen. Standardilaitteiden ulkopuolisten laitteiden suunnittelukustannuksia voidaan laskea suoraan asiakkaalta.
- ajankäytön paremmassa hallinnassa ja kustannustehokkuudessa. Laitteiden läpimenoaika nopeutuu, sillä enää ei tarvita uudelleensuunnittelua.
- riskien vähenemisessä, sillä valmistetaan standardilaitteita, jotka on testattu.
- näkyvyys, selkeys ja tunnettavuus parantuvat. Kun yrityksellä on oma testattu ja tarkoin hiottu standardituotemallistonsa, voidaan keskittyä niiden markkinoimiseen. Asiakas näkee helposti yrityksen koko tuotelaajuuden ja pystyy helposti valitsemaan tarvitsemansa laitteen niiden joukosta.

Seuraava askel tuoteperheen määrittelyn jälkeen, on selvittää laitteiden samankaltaiset komponentit. Osa laitteista ja niiden osista on samantyyppisiä, joten niiden osat kannattaa suunnitella mahdollisuuksien mukaan siten, että samoja osia pystytään käyttämään mahdollisimman suurella osalla valittuja laitteita.

Laitteiden kehittämissä tulee tarpeeseen käyttää myös teoriaosuudessa esiteltyä modulointia. Esimerkiksi hiekanerottimien ja – luokittimien kohdalla kyseeseen tulee komponenttien vaihtomodulaarisuus, jossa tuotteen runkoon voidaan yhdistää erikokoisia tulo- ja lähtöyhteitä, asiakaskohtaisten tarpeiden mukaan. Toista paikkamodulaarisuuden keinoa, eli parametrissa modulaarisuutta voidaan käyttää lähes kaikkien työkohteena olleiden laitteiden kehittämissä, sillä laitteiden koon ja kapasiteetin muuttuessa, niiden osat myös muuttuvat parametrisesti.

LÄHTEET

Anderson, D. 1997. Agile product development for mass customization: how to develop and deliver products for mass customization, niche markets, JIT, built-to order and flexible manufacturing. Chicago, Irwin. 293 s. ISBN: 0-7863-1175-4

Blecker, T., Friedrich, G., Kaluza, B., Abdelkafi, N., & Kreutler, G. 2005. Product Modularity in Mass Customization. *Information and Management Systems for Product Customization*, 163-179. Springer US. ISBN: 978-0-387-23348-2

Ericsson, A. & Erixon, G. 1999. Controlling design variants: modular product platforms. Dearborn, Society of manufacturing Engineers. 145 s. ISBN: 0-87263-514-7

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2009. Tuotettavuuden kehittäminen: parempi tuotteisto useasta näkökulmasta. Teknologiainfo Teknova. 431 s. ISBN: 978-952-238-002-9

HTM Stainless. 2012. [Viitattu:23.1.2012]. Myynnin sisäinen markkinointimateriaali, HTM Stainless.

HTM Stainless. 2013. [Viitattu: 12.11.2013]. Saatavissa: <https://www.htmstainless.fi>

HTM Yhtiöt Oy. 2013. [Viitattu: 12.11.2013]. Saatavissa: <https://www.htmtyhtiot.fi>

Jiao, J. & Tseng, M. M., 2000. Understanding Product Family for Mass Customization by Developing Commonality Indices. *Journal of Engineering Design*, 11(3), pp. 225-243.

Jørgensen, K.A. 2009. Product Configuration and Product Family Modelling. Aalborg University.

Krishnan, V.V., Ramachandran, K. 2008. Economic models of product family design and development. In: Loch, C. H, Kavadias, S. (toim.) *Handbook Of New Product Development Management*. Elsevier Ltd. ISBN 978-0-7506-8552-8

Lehtonen, T. 2007. Designing Modular Product Architecture in the New Product Development. Tampereen Teknillinen Yliopisto. ISBN:978-952-15-1924-6.

Martin, M. & Ishii, K. 1997. Design for variety: development of complexity indices and design charts. ASME design Engineering Technical Conference, Sacramento, USA. ASME, New York.

Pine J. B. 1993. Mass customization: The new frontier in business competition. Harward Business School Press. 333s. ISBN: 0-87584-372-7

Sarinko, K. 1999. Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Espoo.

Shehab, E.M. & Abdalla H.S. 2001. Manufacturing cost modelling for concurrent product development. Robotics and Computer Integrated Manufacturing 17, 341-353. Department of Design Management & Communication, De Montfort University, Leicester, UK.

Simpson, T, W. & D'Souza, B. 2004. Assessing variable levels of platform commonality within a product family using a multiobjective genetic algorithm. Concurrent Engineering: 12, 119.

Simpson, T, W., Siddique, Z & Jiao, J. 2006. Product platform and product family design: Methods and Applications. Springer Science+Business Media, LLC. ISBN: 0-387-25721-7.

Thevenot, H, J., Simpson, T, W. 2006. Guidelines to minimize variation when estimating product line commonality through product family dissection. Pennsylvania State University.

Tiihonen, J. & Soininen T. 1997. Product Configurators –Information System Support for Configurable Products. Technical Report TKO-B137, Helsinki University of Technology, Laboratory of Information Processing Science. 22 p. Saatavissa: <http://www.soberit.hut.fi/pdmg/config/celsart.pdf>

Tuokko, R. & Österholm, J. 2001. Systemaattinen menetelmä tuotemodulointiin. Metaliteollisuuden keskusliitto MET. ISBN 951-817-773-2

Ulrich, K T. & Eppinger, S D. 2008. Product design and development. Boston, McGraw-Hill. 368 s. ISBN: 978-007-125947-7

LIITE 1: LAITEMYYNIT VUOSINA 1994-2010

VUOSI 1994

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	800	1
	1000	1
Hiekanerotin	50	1
Suotonauha	1200	2
	2000	1

VUOSI 1995

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	600	1
	600/3	3
	700/3	2
	1600/3	1
Hiekanerotin	PMT80	2
Suotonauha	800	1
	1000	1
	1200	1
	1500	1
	1700	1
	2000	3
Polymeerilaitteisto	600l	1
	2/2M3	1

VUOSI 1996

LAITE	MALLI	KPL
-------	-------	-----

Hydraulinen porrasvälppä	300/3	1
	400/3	1
	500/3	2
	600/3	2
	680/3	1
	1000/3	1
	1000/3	1
	1200/3	2
Rumpusiivilä	500/1300/3	1
	600/2000/3	1
	800/2000/3	1
Hiekanerotin	50	1
Suotonauha	800	1
	1000	2
	1500	2
	1700	1
	2000	3
Polymeerilaitteisto	1/1	1
	1/1/1	1
	1,5/1,5	1
	2,0	1
	2/2	1
	manuaali 3/3	1
	3,6/3,6	1
Hydraulinen välpepuristin	200/600	2
Mekaaninen välppä		1
Ruuvikuljetin	200/2,5	1
	200/4,0	1
	200/4,5	1
	290/4,2	1
	300/3,5	1
	300/4,5	1
	350/4,2	1

,

VUOSI 1997

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	PMT350/3	1
	PMT400/5	1
	PMT500/3	2
	PMT520/3	1
	PMT600/3	1
	PMT700/3	1
	PMT1600/8	1
Rumpusiivilä	600/2000/3	4
	600/2,5/3	1
Hiekanerotin	PMT50	1
Suotonauha	1000	4
	1200	3
	2000	1
Polymeerilaitteisto	0,5/0,5	2
	1/1	3
	1,5/1,5	1
	3/3	1
Hydraulinen välpepuristin	250/600	1
Ruuvikuljetin	125/3000	1
	200/700	1
	200/2300	1
	2x250/6000	1
	290/2300	1
	290/2800	1
	300/3100	1
	2x500/5500	1
Rumputiivistin	PMT600/2,0	1
	PMT800/2,5	1

VUOSI 1998

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	välppä	1
	10 400/3	2
		20 2
Rumpusiivilä	600/2000/3	1
Hiekanerotin	80	1
	50	1
Suotonauha	2000	1
Hydraulinen välpepuristin	250/600	2

VUOSI 1999

LAITE	MALLI	KPL
Rumpusiivilä	500/1500/3	1
Hiekanerotin	30	1
	50	3
Polymeerilaitteisto	80-2/2	1
Ruuvikuljetin	200/8,0	2

VUOSI 2000

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	25S 700/3	1
	20S 700/3	1
Rumpusiivilä	600/2000/3	2

Hiekanerotin	PMT30	2
	PMT50	1
Suotonauha	1200	1
Polymeerilaitteisto	80 1,25/1,25	1
	PMT150 1,25/1,25	1
Ruuvikuljetin	200/2,2	1
	200/2,5	1
	200/3,0	1
	200/4,0	1
	200/5,0	1
	300/6,0	1
	300/8,0	1
	500/3,5	2

VUOSI 2001

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	10S 700/3	2
	17S 250/3	1
	17S 400/3	1
	23S 150/10	1
	23S 700/3	1
	25S 350/8	1
	55S 1100/3	1
	17S 350/6	1
	10s 400	1
	30S 700	1
	35S 350/4	1
Ruuvivälppä	200/3,0/d4	1
	300/2,0/d3/1,0	1
	350/2,0	1
	350/2,2/d3/1,1	1
	350/4,0/2,0	1
	350/3,5	1
Rumpusiivilä	500/1800/0,5	1
	500/2000/1	1
	600/1500	1

	600/2500/3	1
	1000/4000/0,8	1
Rumputiivistin	500/2750	1
	600/2800	1
	800/2750	1
	800/2800	1
Esierotusrumpu	400/1300	1
	500/1300	1
	600/1800	1
	600/2300	2
Suotonauha	600E	1
	700E	1
	800E	1
	800	1
	1000E	1
	1000	4
	1200	2
	1500	4
	1700	2
	2000	2
Hiekanerotin	30	3
	40	2
	50	4
	MIL 90	1
	MIL 110	1
	MIL 120	1
	MIL 160	1
Ruuvikuljetin	200/2,0	1
	200/3,5	1
	250/3,5	1
	350/9,9	1
	200/3,0	1
	300/8,0	1
Hydraulinen välpepuristin	500/3	1
	250/600	1
Teknisenveden suodatin	250/700	1

Polymeerilaitteisto	955/1500	1
	955/1200	1
	2/3	1
	1/1	1
	0,6/0,6	1

VUOSI 2002

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	10S 400/3	1
	20S 350/4	1
	23S 700/3	1
	23S 700/4	1
Ruuvivälppä	200/2,0/d2,5/1.0	2
	200/750/4/2000	1
	300/2.0/d4/1.0	1
	400/2.25/d5/1.25	1
	400/3,0/d4/1.0	1
Rumpusiivilä	500/2000/3	1
	600/2500/1	1
	700/2750	1
Esierotusrumpu	500/2500	1
Suotonauha	800E	1
	1200	1
	2000	1
Hiekanerotin	20	2
	30	4
	40	1
	50	3
	80	1
Ruuvikuljetin	200/4000	1
	250/2000	1
	250/5000	2
	250/7000	1

Hydraulinen välpepuristin	250/600	1
Polymeerilaitteisto	0,5M	1
	1,0M	2
	1433/1500	1

VUOSI 2003

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	30S 350/12	1
	50SH/1200/4	1
	64	
Ruuvivälppä	200/1,5/d4/0,75	1
Rumpusiivilä	500/1500/3	1
	600/2500/0,5	1
Rumputiivistin	400/1300	1
Suotonauha	1700E	2
Hiekanerotin	30	3
	50	2
Ruuvikuljetin	200/6,0	1
Polymeerilaitteisto	1M	1

VUOSI 2004

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	30S 150/1	1
	30S 350/12	1
	30S 1000/8	1
	33S 1000/8	1
	43S 350/3	1

	43S 1200/6	1
	69S 900/4	1
Ruuvivälppä	200/1,5/d4/0,75	1
Rumpusiivilä	600/2500/0,5	3
	600/2500/3	1
Rumputiivistin	400/1300	1
Suotonauha	800E	1
	1000E	1
	1500	1
	1700	1
Hiekanerotin	20	1
	30	1
	40	1
	50	1
	80	2
	120	1
Ruuvikuljetin	200/3,5	1
	200/4,0	1
Hydraulinen välpepuristin	150/400	1
	250/600	1
	300	1
Polymeerilaitteisto	1M	2
	2M	1

VUOSI 2005

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	10S 400/6	1
	10S 600/6	1
	10S 700/6	2
	20S 700/3	1

	25S 700/5	1
	25S 1000/10	1
	35 500/3	1
	42SH 1200/6	1
Rumpusiivilä	600/2500/0,5	1
Suotonauha	2000 R70	1
Hiekanerotin	40	1
	100	1
Ruuvikuljetin	300/4,5	1
	300/5500	2
	400/7,0	1
	460/5200	1
	460/7200	1
	460/7450	1
	460/8700	1
	460/11200	1
Esierotusrumpu		
	600/2,75	1

VUOSI 2006

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	PMT10S-500/3 ja 700/3	1
	PMT 10S-600/4	1
	10S 700-3	1
	PMT ST14-600/6 STEP SCREEN	1
	PMT 17S-330/3	1
	26SH 1000/15	2
	PMT43S-400/3	1
	PMT 49, 54 SHV	1
Ruuvivälppä	PMT250/d6/1000/4000	1
Rumpusiivilä	PMT2500/600	1
	PMT2000/600/1	1

Rumputiivistin	PMT500/2500	1
	PMT800/2300	1
Hiekanerotin	PMT30	1
	PMT100(PMT80)	1
Ruuvikuljetin	PMT200/2,5	1
	300/2,5	2
	PMT400/4.5	1
Polymeerilaitteisto	PMT 60-1/1/A	1

VUOSI 2007

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	VÄLPPÄ_KUORTANE	1
	10S 700/3	1
	37 SH 1000/4	1
Mekaaninen porrasvälppä	1200/50	1
	1400/15	1
Ruuvivälppä	500/d4/1250	1
Rumputiivistin	PMT500/2500	1
Suotonauha	PMT1000	2
Hiekanerotin	PMT30	1
	MIL 60	1
	MIL135	1
	MIL240	1
Ruuvikuljetin	250/3,0	2
	300/5,0	1
	300/7,0	1

Hydraulinen välpepuristin	PMT250/600	1
Polymeerilaitteisto	25-0,75/0,75	1
	80-1/1 A	1
	80-2/2	1
	80-2/3	1

VUOSI 2008

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	ST14S-400/3	2
	ST14S-500/3	1
	ST23S-250/3	1
Rumpusiivilä	DS500/1300/2	1
	DS800/3000/0,75	4
	DS800/3660/1,5	1
Rumputiivistin	DT400/1300	1
	DT500/2500	3
	DT600/2800	2
	DT700/3700	2
Suotonauha	800E	10
	FTP1000	2
	FTP1200 HST	1
Hiekanerotin	GC30	2
	MIL60	1
	MIL80	2
Ruuvikuljetin	SC80	1
	SC200/4,0	2
	SC200/6,0	1
	SC250/3	1
	SC350/6,5	2
	SC2x350/9,8	1
	SC2x350/12,3	1
	SC2x350/13,5	2

	SC480/1,5	8
	SC480/6,5	1
Automaattinen polymeerilaitteisto	CO25 0,5/0,5 coagulantti	1
	PO25 0,6/0,6	1
	PO25 1/1	3
	PO80 1/1	1
	PO80 4/4	1
	PO180 2,5/2,5	2
Hiekanpesuvaunu		3
Hydraulinen välpepuristin	SP250/600	4
Flokkulaattori	F400L	1
	F125L	1
	F400L	1
	1m3	1
Pystyvälppä	BA6,7/1200/0	8
	BA3,3/1700/15	8
Teknisenveden suodatin	WF400x700	1

VUOSI 2009

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	ST14S 300/6	1
	14S 1000/3	1
	20S 850/16	2
Ruuvivälppä	400/d3/1000/2000	4
Rumpusiivilä	500/1300/3	1
Suotonauha	800E	1
	1000E	2
	FTB 2000	7
	FTB1200/0,5/2,3	4

Hiekanerotin	HTM30	1
	HTM50	2
	GC50	2
	MIL160	1
Ruuvikuljetin	SC100/3,5	5
	200/2,0	2
	200/6,0	2
	SC250/2,0	1
	SC250/5,0	1
Hydraulinen välpepuristin	250/600	4
Polymeerilaitteisto	HTM 1M	1
	HTM 60 1/1	1
	HTM 30 1/1	1
	PO 60 2/2	3
	200 8/8/8 7A	1
Goagulantti	PO 50 5/5	5

VUOSI 2010

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä	14S 600/3	2
Ruuvivälppä	200/d4/500/1500	1
	300/d5/1000/2000	1
Rumpusiivilä	800/3000/0,75	4
Suotonauha	800E	8
	1000E	1
Säkkikuivainlaitteisto		2
Hiekanerotin	GS20	1
	GC30	1
	GS30	2
	HTM30	2
	MIL120	2

Ruuvikuljetin	200/3,0	1
	200/3,5	1
	200/4000	1
	245/4500	1
	250/3000	1
	260/6400	1
	260/8500	1
	260/9700	1
	280/8500	1
	355/5,5	1
	355/6,8	1
Hydraulinen välpepuristin	250/600	1
Teknisenveden suodatin		2
Polymeerilaitteisto	PO 25-0,6/0,6 A	2
	PO 50-0,7/0,7 A4	1
	PO 25-1/1	2
	PO30-1M A2	2
	1M A2	5
	1M	1

LIITE 2: MYYNTIMÄÄRÄT LAITETYYPEITTÄIN

KAIKKI YHTEENSÄ

LAITE	MALLI	KPL
Hydraulinen porrasvälppä portaiden pituus x siivilöinti leveys x säleväli ST Hydraulic Step Screen	14-300/6	1
	14-400/3	5
	14-400/6	1
	14-500/3	2
	14-600/3	2
	14-600/4	1
	14-600/6	2
	14-700/3	5
	14-700/6	2
	14-1000/3	1
	17-250/3	1
	17-330/3	1
	17-350/6	1
	17-400/3	1
	20-350/4	1
	20-700/3	2
	20-850/16	2
	23-150/10	1
	23-250/3	1
	23-700/3	2
	23-700/4	1
	25-350/8	1
	25-700/3	1
	25-700/5	1
	25-1000/10	1
	26SH-1000/15	2
	30-150/1	1
	30-350/12	2
	30-1000/8	1
	33-1000/8	1
	35-350/4	1
	35-500/3	1
	37SH-1000/4	1
	42SH-1200/6	1
	43-350/3	1

	43-400/3	1
	43-1200/6	1
	50SH-1200/4	1
	55-1100/3	1
	69-900/4	1
Ruuvivälppä	200/d2,5/1000/2000	2
ruuvun D x reikälevyn reikä d x siivilöintipituus x ruuvin pituus	200/d4/500/1500	1
Screw Screen	200/d4/750/1500	2
	200/d4/750/2000	1
	250/d6/1000/4000	1
	300/d3/1000/2000	1
	300/d4/1000/2000	1
	300/d5/1000/2000	1
	350/d3/1100/2200	1
	400/d3/1000/2000	4
	400/d4/1000/3000	1
	400/d5/1250/2250	1
Rumpusiivilä		
rummun D x rummun pituus x reikälevyn reikä d	500/1300/2	1
DS Drum Screen	500/1300/3	2
	500/1500/3	2
	500/1800/0,5	1
	500/2000/1	1
	500/2000/3	2
	600/2000/1	1
	600/2000/3	8
	600/2500/0,5	5
	600/2500/1	1
	600/2500/3	3
	800/2000/3	1
	800/3000/0,75	8
	800/3660/1,5	1
	1000/4000/0,8	1
Rumputiivistin	400/1300	3
rummun D x rummun pituus	500/2500	5
DT Drum Thickener	500/2750	1
	600/2000	1
	600/2800	3
	700/3700	2
	800/2300	1

	800/2500	1
	800/2750	1
	800/2800	1
Suotonauhapuristin	800	3
viiran leveys	1000	15
Huom! E-malli ei ole automaatti-toiminen	1200	15
R70: rungon vahvuus 70	1500	8
FTP Filter Belt Press	1700	5
	2000	19
	2000R70	1
	600E	1
	700E	1
	800E	22
	1000E	5
	1700E	2
Hiekanluokitin	20	4
GC Grit classifier	30	24
MIL tai SS Sand Separator	40	5
	50	22
	80	6
	100	2
Hiekanerotin	MIL60	2
	MIL80	2
	MIL90	1
	MIL110	1
	MIL120	4
	MIL135	1
	MIL160	2
	MIL240	1
Ruuvikuljetin	100/3500	5
ruuvin D x ruuvin pituus	125/3000	1
SC Screw conveyor	200/2000	3
	200/2200	1
	200/2300	1
	200/2500	3
	200/3000	3
	200/3500	4
	200/4000	7

200/4200	1
200/4500	1
200/5000	1
200/6000	4
200/7000	1
200/8000	2
245/4500	1
250/2000	2
250/3000	4
250/5000	4
250/7000	1
260/6400	1
260/8500	1
260/9700	1
280/8500	1
290/2300	1
290/2800	1
300/2500	2
300/3100	1
300/3500	1
300/4500	2
300/5500	2
300/6000	1
300/7000	1
300/8000	2
350/4200	1
350/6500	2
350/9900	1
355/5500	1
355/6800	1
400/4500	1
400/7000	1
460/5200	1
460/7450	1
460/8700	1
460/11200	1
480/1500	8
480/6500	1
500/3500	2
SC2x350/9800	1
SC2x350/12300	1
SC2x350/13500	2

	2x500/5500	1
Automaattinen polymeerilaitteisto	25-0,5/0,5	1
Polymeerisiilon tilavuus/ säiliöiden tilavuus	25-0,6/0,6	3
Manuaali: vain yksi säiliö	25-0,75/0,75	1
	25-1/1	5
	30-1/1	1
	50-5/5	5
	50-0,7/0,7	1
	60-1/1	2
	60-2/2	3
	80-1/1	2
	80-1,25/1,25	1
	80-2/2	2
	80-4/4	1
	180-2,5/2,5	2
	200-8/8/8	1
	600l	1
	2,0	2
	0,75	1
	0,5	1
	1,0	13
	1433/1500	1
	PO30 1m3	2
Hiekanpesuvaunu		3
Hydraulinen välpeuristin	150/400	1
Puristinputken D x pituus	200/600	2
SP Hydraulic Screening Press	250/600	16
Flokkulaattori	400L	2
	125L	1
	1m3	1
Pystyvälppä	6,7/1200/10	8
säleen pituus x siivilöintileveys x säleväli	3,3/1700/15	8
siivilöintileveys x säleväli	1200/50	1
BA Bar Screen	1400/15	1

Teknisenveden suodatin	250x700	1
	400x700	3
Esierotusrumpu	400/1300	1
rummun D x rummun pituus	500/1300	1
Pre-Separation Drum	500/2500	1
	600/1800	1
	600/2300	2
	600/2750	1
Säkkikuivainlaitteisto		2